

O EPIDEMIOLOGII CHOROÓB WIRUSOWYCH ZIEMNIAKA
PRZENOSZONYCH PRZEZ MSZYCE

WOJCIECH GABRIEL

Zakład Ziemniaka IUNG, Warszawa

Dwa wirusy ziemniaczane o największym znaczeniu gospodarczym wirus Y (ostrej mozaiki) i wirus L (liściozwoju) przenoszone są przez mszyce. Wirus L jest wirusem trwałym, który może reprodukować się również w organizmie mszycy — wektora, jak wykazał Stegwee (1961) na *Myzus persicae* (Sulz.) Pobrawszy wirus z chorej rośliny mszyca może go przenosić dopiero po okresie latencji, który waha się od 6—48 godzin. Po tym czasie może nim zarażać ziemniaki do końca swego życia. (Kassanis 1952, MacCarthy 1954, Harrison 1958, Roland i Tahon 1959). Pobraniu wirusa i zarażeniu zdrowej rośliny sprzyja dłuższe żerowanie owada na każdej odwiedzanej roślinie. Inne sposoby naturalnego przenoszenia wirusa L nie są znane.

Poznano dotychczas 7 gatunków mszyc przenoszących niewątpliwie wirus L (Kennedy i inni 1962). Niemniej wszyscy autorzy są zgodni, że w praktyce za szerzenie wirusa liściozwoju odpowiedzialna jest jedynie *M. persicae*. Dla warunków polskich potwierdziły to nasze poprzednie badania (Gabriel 1961 a i b).

Wirus Y jest wirusem nietrwałym, mszyce przenoszą go na końcu kłujki (Van Hoof 1958 Bradley 1962). Po pobraniu wirusa z rośliny chorej mszyca może go przenieść bezpośrednio na zdrową, ale dość rzadko może ona zarażać więcej niż jedną roślinę (Bradley i Rideut 1953). Pobieraniu wirusa z roślin chorych i przenoszenie go na zdrowe sprzyja krótkie żerowanie mszyc na odwiedzanych roślinach. Wirus Y może być przenoszony przez kontakt, ale ten sposób jego szerzenia nie odgrywa większej roli, o czym świadczy choćby dobra zdrowotność ziemniaków w rejonach, gdzie mszyce występują w małych ilościach.

Kennedy i in. (1962) wymieniają 16 gatunków mszyc przenoszących wirus Y, a Laird i Dickson (1963) dodatkowo stwierdzili zdolność

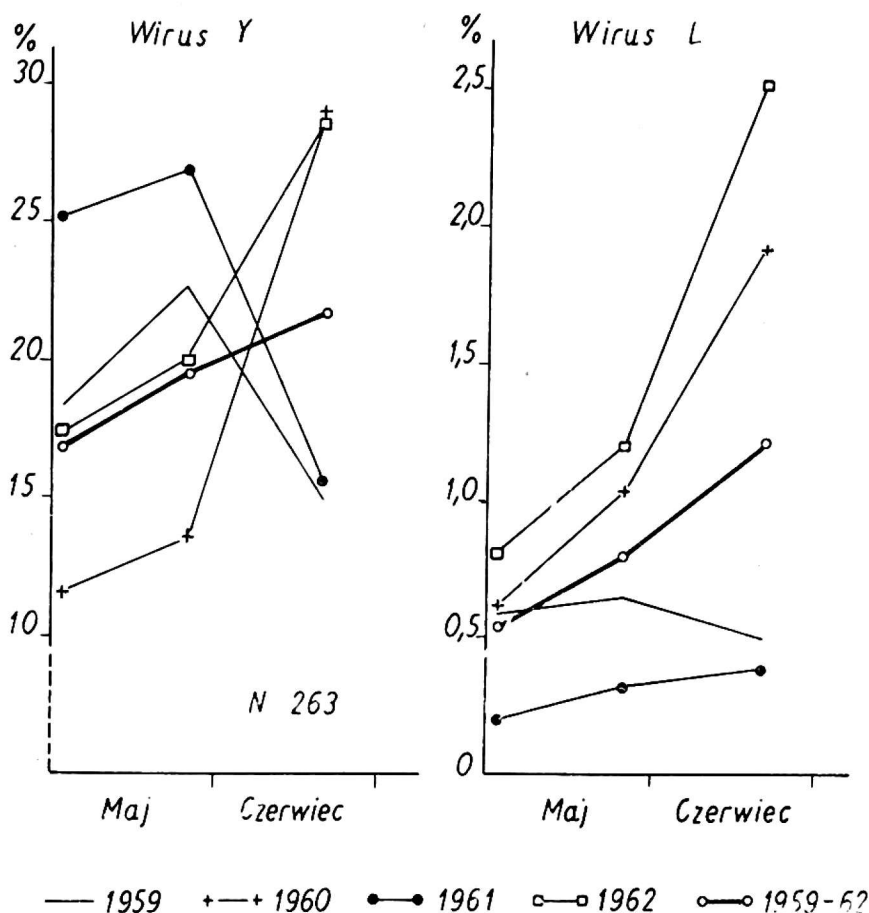
przenoszenia wirusa Y przez *Aphis spiraecola* (Path) i *Macrosiphum pisi* (Har).

Zagadnienie odpowiedzialności poszczególnych gatunków okazało się jednak o wiele bardziej skomplikowane, gdy Pain i Legg (1953) wykazali, że formy biologiczne poszczególnych gatunków różnią się efektywnością w przenoszeniu wirusów roślinnych. Orlob (1962) stwierdził, że wirus Y przenoszą *fundatrigeniae*, *gynoparae* i samce *Aphis nasturtii* (Kalt), a nie przenoszą *fundatrices* i *oviparae* tego gatunku. Wirus Y przenoszony był więc przez formy żerujące przynajmniej w części swego życia na ziemniakach, a więc roślinie podatnej na przenoszony wirus. Shands i inni (1961) stwierdzili doświadczalnie przenoszenie wirusa Y przez wiosenne migratory *A. nasturtii*. Cunningham i Schultz (1963) wykazują różną efektywność w przenoszeniu wirusa Y przez różne stadia larwalne *M. persicae*. Larwy przed ostatnim linieniem i owady doskonale przenosiły wirus najefektywniej i przy stosunkowo najkrótszym czasie żerowania na roślinie chorej i na zakażonej. Wyniki cytowanych badań a przede wszystkim Orloba idą w kierunku uznania za wektory tylko pewnych form gatunków których zdolność przenoszenia wirusa została stwierdzona. Z drugiej strony Kennedy (1950), Hille Ris Lambers (1960) oraz Mac Gillivray (1960) sugerują, że różne mszyce zalatujące przypadkiem na ziemniaki mogą przenosić wirusa Y. Dawniejsze badania na całym świecie dotyczyły osobników bezskrzydłowych, a więc nie ma zupełnie pewności czy uzyskane wyniki zawsze mogą być przenoszone na formy uskrzydłone. Dopóki ten problem nie będzie wyjaśniony to oznaczenia w katalogu Kennedyego „non vector” będą problematyczne. Jak mi wiadomo badania na ten temat prowadzi obecnie Hille Ris Lambers. Jak ta sprawa jest ważna dla epidemiologii chorób wirusowych mogą świadczyć wyniki naszych połowów na żółte szlaki podane w tab. W ciągu 5 lat badań stwierdzono, że udział tzw. mszyc ziemniaczanych w ogólnej ilości mszyc nadlatujących na plantacje ziemniaków jest w poszczególnych latach bardzo różny i waha się od 1,1% do 60,2%, a przy zaliczaniu do „mszyc ziemniaczanych” — *Aphis fabae* (Scop) od 3,1% do 83,5%.

Wśród mszyc nalatujących w roku 1963 na ziemniaki zaobserwowano przede wszystkim *Brevicoryne brassicae* L. (Wisłocka 1964). Liczny pojaw tej mszycy musiał być związany z jej mniejszą wrażliwością na wysokie temperatury. Mniejszą wrażliwość tego gatunku w porównaniu do kilku innych stwierdzili już Broadbent i Hollings (1961). *B. brassicae* w badaniach Heinze (1960) oraz Lairda i Dicksona (1963) nie przenosiła wirusa Y. Dobra zdrowotność sadzenia-ków ze zbioru 1963 r. potwierdza słuszność poglądu, że mszyca ta nie jest wektorem wirusa Y.

Na podstawie wyników naszych poprzednich badań (Gabriel 1961) a i b) wnioskowaliśmy, że za szerzenie wirusa Y w warunkach polskich odpowiedzialne są *A. nasturtii* i *Aphis frangulae* (Kalt). W badaniach tych przyjęliśmy jednak założenie, że wektorów wirusów ziemniaczanych można jedynie szukać wśród „mszyc ziemniaczanych”. Uzyskane wtedy wyniki w żadnym razie nie mogą przeczyć ewentualnemu udziałowi w przenoszeniu wirusa Y innych gatunków mszyc normalnie nie żerujących na ziemniakach, a jedynie dokonujących próbnych nakłuć. Ostatecznie wyjaśnienie które gatunki mszyc są odpowiedzialne za szerzenie wirusa Y w Polsce jest problemem bardzo ważnym.

Ostatnie nasze badania prowadzone w roku 1959 — poświęcone są rejonom zagrożenia chorobami wirusowymi plantacji ziemniaczanych w Polsce. Co roku z jednej partii odmiany Dar wysyłano sadzeniaki do



Rys. 1. Wpływ terminu sadzenia na porażenie sadzenia-ków wirusami Y i L. Odmiana Dar — 263 doświad-czenia

kilkudziesięciu punktów rozmieszczonych na terenie całego kraju. W każdym punkcie wysadzono ziemniaki w 3 terminach: około 1 maja, 25 maja, 20 czerwca.

Próby sadzeniaków wysyłane były jesienią do Zakładu doświadczalnego IUNG Topola-Błonie, gdzie w roku następnym oceniono wizualnie

porażenie wirusami L i Y w doświadczeniu polowym. Łącznie w doświadczeniu w 4 seriach były sadzeniaki z 263 punktów.

Badania nasze w pierwszym rzędzie charakteryzują wpływ terminu sadzenia na porażenie wirusami Y i L (wykres 1). Przeciętnie porażenie sadzeniaków wzrasta przy opóźnieniu sadzenia, z tym, że wzrost ten jest stosunkowo silniejszy przy liściozwoju, niż przy ostrej mozaice. Można stwierdzić, że nie ma korelacji w poziomie porażenia wirusami Y i L w poszczególnych latach. Jak widać z przedstawionych danych ziemniaki sadzone w maju 1961 roku dały sadzeniaki nasilniej porażone wirusem Y, a najslabiej wirusem L.

Wpływ terminu sadzenia był zależny w poszczególnych latach od przebiegu lotów mszyc. O locie tym możemy w pewnej mierze sądzić na podstawie obserwacji przeprowadzonych w Małyszynie i Jadwisinie względnie w Poświętnem (Gabriel i inni 1964, Wisłocka 1964). W latach 1959 i 1961 nie obserwowano wzrostu porażenia sadzeniaków, a nawet przy wirusie Y sadzeniaki pochodzące z poletek sadzonych około 20 czerwca były zdrowsze niż sadzeniaki z poletek sadzonych w maju. W latach tych warunki pogody wywołały zaburzenia w normalnej gradacji i locie mszyc: w 1959 były to upały przekraczające na terenie całego kraju 33° C, a w 1961 niskie temperatury lipca przy opadach raczej ponad normę. W latach 1960 i 1962 loty mszyc były może słabsze ale przebiegały normalnie i bez przeszkód — opóźnienie terminu sadzenia silnie zwiększyło porażenie sadzeniaków chorobami wirusowymi.

Tabela 1

Liczba mszyc uskrzydłych schwytych przeciętnie na jedną żółtą szalkę

Miejscowość	Lata	Suma*) wszystkich mszyc	Procentowy udział gatunków		
			<i>Myzus persicae</i>	<i>Aphis nasturtii</i> *) <i>A. frangulae</i>	<i>Aphis fabae</i>
Poświętne	1959	959	1,47	18,5	29,3
	1960	631	1,3	20,6	13,6
	1961	532	0,75	6,4	24,6
Jadwisin	1962	3790	0,8	53,4	7,9
	1963	8018	0,2	0,9	9,7
Małyszyn	1959	7403	0,3	0,7	0,0
	1961	311	1,6	26,0	46,9
	1962	728	10,8	37,5	16,2
	1963	4416	1,6	1,6	1,7

*) Uwaga: Od roku 1962 zastosowano metodę połowów Müllera (1953), a więc liczby schwytych mszyc nie są porównywalne z latami 1959—1961, w których łowiono mszyce na szalki Petriego o średnicy 15 cm umieszczone w kwadratach o boku 2 m wyciętych w środku pola ziemniaków.

Tabela 2

Znaki współczynników regresji cząstkowej procentu roślin porażonych względem sum temperatur

Sumy temper. za okres	Wirusy Y					Wirusy L				
	1959	1960	1961	1962	Prze- cięcie	1959	1960	1961	1962	Prze- cięcie
1. I — 10. V	+***	+***	+*	+***	+***	+***	+***	+**	+***	+***
11. V — 10. VI	+	+**	+	+	+***	+	+	—	—	+
11. VI — 31. VII	—	—	+*	+*	+	-***	-*	+	+	-1

* $0,01 < P < 0,05$
 ** $0,001 < P < 0,01$
 *** $P < 0,001$

W naszych badaniach szukaliśmy przede wszystkim zależności między porażeniem wirusami Y i L a elementami klimatycznymi. Broadbent (1962) uważa, że w klimacie umiarkowanym najważniejszym elementem klimatycznym oddziaływającym na mszyce i poprzez mszyce na szerzenie się chorób wirusowych jest temperatura powietrza. Badania nasze potwierdziły jak najbardziej tę opinię. Do obliczeń uwzględniono sadzeniaki z obiektów sadzonych w pierwszych dwóch terminach. Po znalezieniu optymalnych mierników temperatur, którymi okazały się sumy średnich dziennych temperatur dodatnich na następujące okresy:

dla wirusa Y od 1 stycznia do 6 lipca

dla wirusa L od 1 stycznia do 28 kwietnia

stwierdzono następujące współczynniki korelacji dla % roślin porażonych i sum temperatur łącznie dla 4 lat:

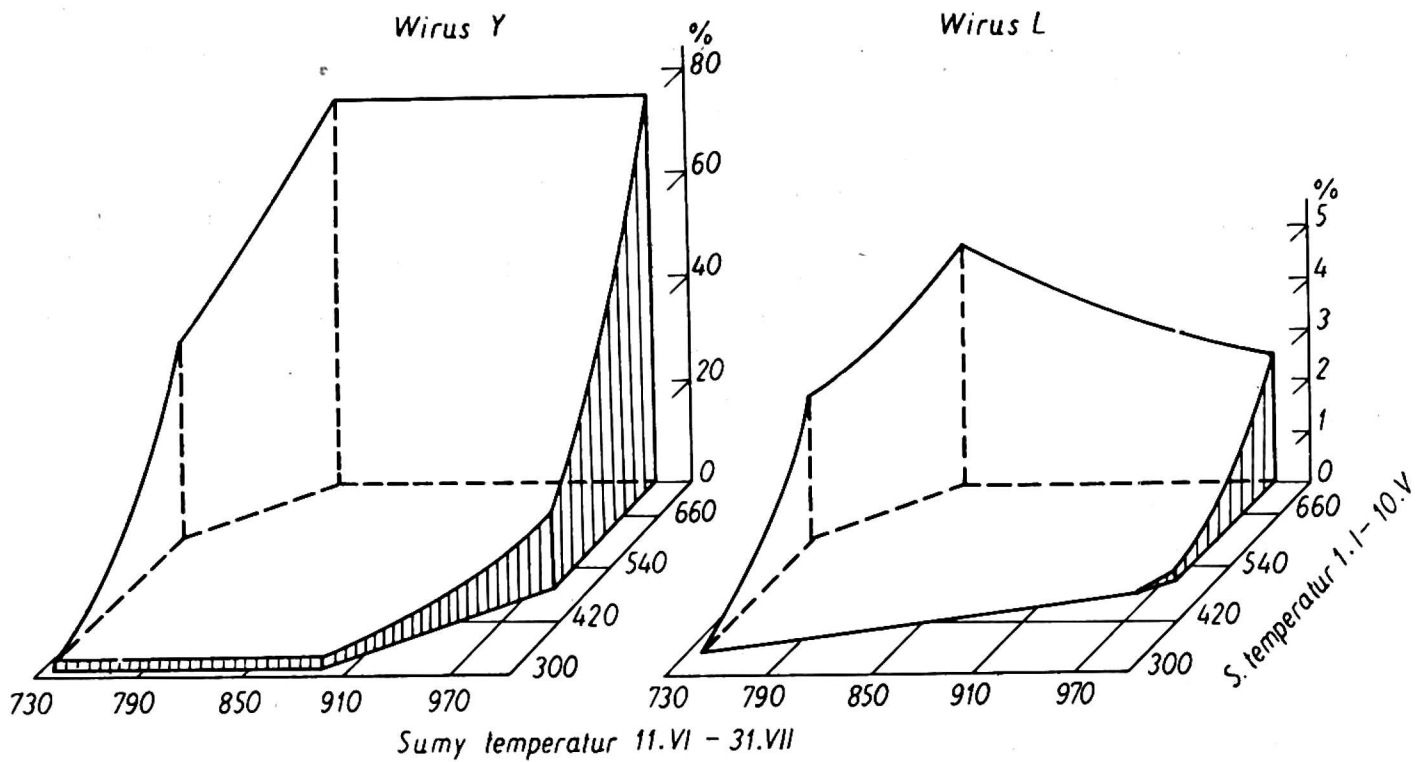
wirus Y : $r = 0,63$; wirus L : $r = 0,46$.

Poza temperaturą stwierdzono również istotny choć znacznie mniejszy wpływ opadów w latach, w których zakres wahań i odchyłeń od sumy dla poszczególnych rejonów był duży: W 1960 większe opady letnie zmniejszyły porażenie wirusem Y, a w 1961 opady wiosenne zmniejszyły porażenie wirusem L.

Wyniki tych badań były częściowo reformowane przez Bireckiego i Gabriela na sympozium wirusowym RWPG w Poznaniu (1963), a pełny materiał jest w opracowaniu (Gabriel 1965).

Analizując wpływ temperatur na porażenie ziemniaków chorobami wirusowymi trzeba przyjąć, że współdziała tu cały kompleks czynników. Można twierdzić, że temperatura wpływa:

1) na liczbę gospodarzy podstawowych, a w szczególności brzoskwiń na danym terenie,



Rys. 1. Wpływ temperatur wiosennych i letnich na porażenie chorobami wirusowymi odmiany Dar (1959 — 1962)

- 2) na populację *fundatrigeniae* na gospodarzu podstawowym i czas migracji wiosennej (Unger i Müller 1953, Szalay-Marszo i Solymosy 1961 (Gabriel i inni 1964),
- 3) na gradację form bezskrzydłych (Fenjves 1945, Barlow 1962),
- 4) na powstawanie form uskrzydłych przede wszystkim pośrednie poprzez roślinę gospodarza (Weismann i inni 1960),
- 5) na loty dyspersyjne i zachowanie się w tym czasie mszyc to jest na częstotliwość zmian rośliny gospodarza (Johnson 1952, Haine 1955, Johnson 1958, Müller i inni 1959, Cobain 1961, Broadbent 1962),
- 6) na efektywność zakażenia poprzez oddziaływanie zarówno na mszyce jak i na roślinę ziemniaka (Webb 1956, Nienhaus 1956),
- 7) na wzrost i rozwój ziemniaków a więc prawdopodobnie i na wynikające z tego nabywanie przez rośliny odporności „związanej z wiekiem”.

Szerzenie się chorób wirusowych jest pośrednim ale syntetycznym wskaźnikiem wpływu temperatury powietrza. Wpływ ten jest wynikiem różnokierunkowego działania temperatury na mszyce wektory. Wydaje się bowiem, że wpływ na odporność ziemniaka odgrywa tu niewielką rolę.

Dlatego też często spotykana krytyka metod obserwacji pośrednich nie powinna dotyczyć tego zagadnienia. Szczegółowe i dokładne badania i obserwacje mszyc mogą i powinny wyjaśnić poszczególne ele-

menty omawianego kompleksu, niemniej nie widzę metody bezpośrednich badań i obserwacji mszyc, która mogłaby dać miernik syntetyczny ich działalności jako wektorów chorób wirusowych ziemniaka.

Aby dokładniej zanalizować wpływ temperatur na szerzenie się chorób uwzględniliśmy 3 okresy sum temperatur:

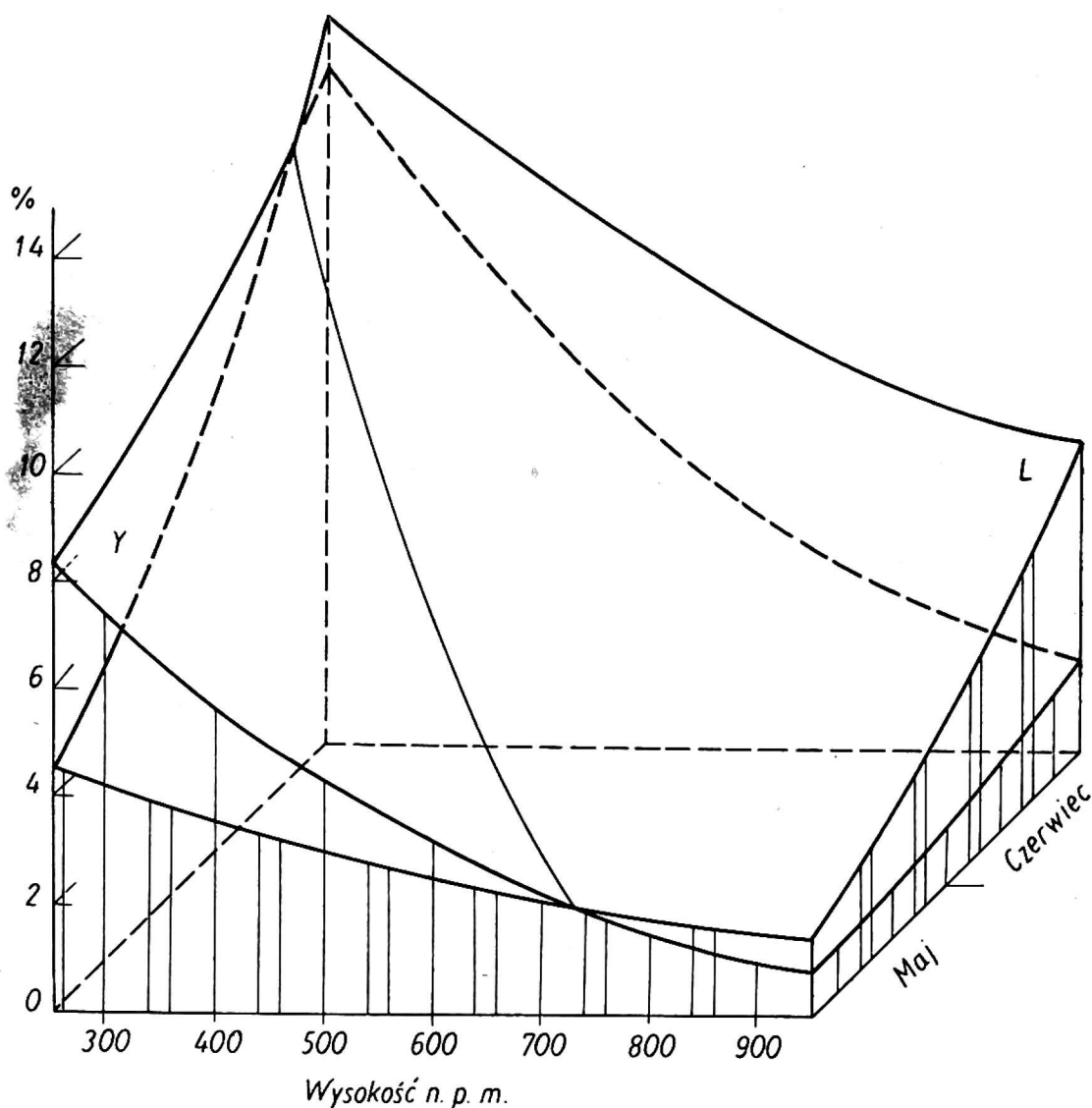
od 1 stycznia do 10 maja (okres, w którym jaja mszyc, a następnie populacja *fundatrices* i *fundatrigeniae* znajdują się na gospodarzach podstawowych),

od 11 maja do 10 czerwca (przybliżony okres migracji),

od 11 czerwca do 31 lipca (okres gradacji i lotu dyspersyjnego).

Przeprowadzono analizę regresji wielokrotnej porażenia wirusem Y i L względem sum temperatur w tych okresach czasu. W tabeli 2 podano znaki współczynników regresji cząstkowej i ich istotność, a na rysunku 2 wykres charakteryzujący zależność porażenia poszczególnymi wirusami od sum temperatur powietrza w pierwszym (wiosennym) i trzecim letnim) okresie. Z danych tych wynika przede wszystkim to, że temperatury różnie oddziałują na szerzenie się każdego z wirusów. Na wykresie zastosowano dla wirusów Y i L różne skale — co było konieczne ze względu na wybitną podatność odmiany Dar na wirus Y, a pewną odporność na wirus L. Zastosowana skala jest wyrazem przeciętnego porażenia, które w bardzo dużym stopniu zależy od odmiany. Niemniej można uważać, że kształt powierzchni regresji jest niezależny od odmiany i jest wynikiem działalności mszyc wektorów chorób wirusowych. Przedstawione wyniki wykazują, że w naszych warunkach klimatycznych szerzeniu się wirusa Y sprzyjają wyższe temperatury i nie stwierdzono statystycznie ujemnych wpływów upałów letnich. Przeciwnie przy wirusie L, jego rozprzestrzenianiu sprzyjają wyższe temperatury zimowo-wiosenne, a natomiast wysokie temperatury letnie to szerzenie powstrzymują. Uwypukliło się to bardzo wyraźnie w roku upalnym. Biorąc pod uwagę również rozmieszczenie porażenia wirusami Y i L w Europie (G a b r i e l 1958, 1959) widzimy wyraźnie, że szerzeniu się wirusa L, a więc działalności *M. persicae* jako wektora sprzyja klimat łagodny o ciepłych zimach i wiosnach i nie gorących latach. O powstrzymaniu porażenia ziemniaków przez *M. persicae* i *Macrosiphum euphorbiae* (Thom), a przez to również szerzenia się chorób wirusowych przez upalne lata mówi już V a n d e r P l a n k (1944), a ostatnio U r l i c h, N e i t z e l i S c h o l z (1963) potwierdzając to zjawisko dla warunków Ukrainy i NRD. Szerzeniu się wirusa Y jako wirusa nietrwałego sprzyja, jak już wspominaliśmy, większa ruchliwość i krótsze zerowanie mszyc uskrzydłych na roślinach gospodarzach, co jest związane z wyższymi temperaturami (Broadbent 1962). Próg niekorzystnych temperatur jest więc prawdopodobnie większy niż dla wirusa

L. W naszych warunkach panują w lecie raczej temperatury sprzyjające szerzeniu się wirusa Y. Napewno również reakcja poszczególnych gatunków mszyc na temperaturę jest różna. Müller i Unger (1952) stwierdzili istnienie pewnych tendencji w kierunku takiego zróżnicowania pomiędzy *M. persicae* i *A. fabae*, a Barlow (1962) wykazał je wyraźnie pomiędzy *M. persicae* i *M. euphorbiae*. Biologia i ekologia gatunków dla nas najważniejszych *A. nasturtii* i *A. frangulae* nie była badana. Należy się liczyć również z tym, że od elementów klimatycznych, a przede wszystkim od temperatury może zależeć udział poszczegól-



Rys. 2. Wpływ wysokości n. p. m. i termin sadzenia na porażenie wirusami Y i L ziemniaków ze 116 punktów w woj. krakowskim w 1962 r. Średnie odmiany Pionier i Epoka

nych gatunków mszyc w przenoszeniu wirusa Y, który to udział może się wtedy zmieniać zależnie od rejonu i roku.

Dalszą ilustracją różnego szerzenia się wirusa Y i wirusa L. mogą być nasze badania prowadzone w woj. krakowskim. Ziemniaki dwóch odmian Pionier i Epoka wysadzono w 1962 w 116 punktach tego wo-

jewództwa. Zdrowotność uzyskanych sadzeniaków sprawdzono w 1963 r. w Zakładzie Doświadczalnym IUNG Borusowa w doświadczeniu polowym. W związku z dużymi opadami wiosennymi poszczególne poletka zakładane były przez cały maj i znaczną część czerwca. Przeciętne porażenie obydwóch odmian wirusami Y i L w zależności od wysokości n.p.m. i terminu sadzenia przedstawione jest na wykresie 3. Z wykresu tego widać wyraźnie, że na nizinach przy wczesnym sadzeniu porażenia wirusem Y było prawie dwa razy większe niż porażenie liściozwojem.

W miarę opóźnienia terminu sadzenia porażenie wzrasta, z tym że porażenie liściozwojem wzrasta wyraźnie silniej. Większy wpływ opóźnienia sadzenia na zwiększenie porażenia wirusem L niż wirusem Y obserwowaliśmy na ogół we wszystkich doświadczeniach, w których jednym z badanych czynników był termin sadzenia. Przypisujemy to zjawisko późniejszemu występowaniu *M. persicae* niż *A. nasturii* i *A. frangulae*, co wynika choćby z obserwacji w roku 1962 i 1963 (Wisłocka 1964). Należy przypuszczać, że w okresie pojawu tej mszycy termin sadzenia wyraźniej różnicuje ziemniaki pod względem odporności związanej z wiekiem, niż ma to miejsce nieco wcześniej, gdyż występowanie innych gatunków mszyc jest już dość obfite. Badania nad terminem szerzenia chorób wirusowych ziemniaka dopiero zostały rozpoczęte i na razie nie jesteśmy w stanie dokładniej powiedzieć.

W miarę zwiększania wysokości n.p.m. porażenie wirusami maleje z tym, że porażenie wirusem Y zmniejsza się silniej niż wirusem L. Należy przypuszczać, że w zmniejszających się populacjach mszyc udział *M. persicae* stosunkowo wzrasta. Takie zjawisko po południowej stronie Tatr obserwowali Bojnanský i inni (1955). Można to tłumaczyć chłodniejszymi latami na większej wysokości, które jak podano wyżej są prawdopodobnie stosunkowo korzystniejsze dla *M. persicae* niż dla większości wektorów wirusa Y.

W tym krótkim omówieniu problemów epidemiologii wirusów ziemniaczanych Y i L dążyłem do przedstawienia posiadanych wiadomości oraz podkreślenia bardzo poważnych braków informacji o tym zagadnieniu. Zakład nasz będzie nadal prowadził obecnie już we współpracy w ramach RWPG z NRD i CSR badania polowe na temat odpowiedzialności niektórych gatunków mszyc oraz wpływu czynników klimatycznych na szerzenie się wirusów Y i L. W innych doświadczeniach dążymy do poznania w jakim czasie wirusy Y i L szerzą się na plantacjach ziemniaka oraz opracowania najwłaściwszych metod ograniczania ich szerzenia na plantacjach nasiennych. Dla uzyskania pełnego obrazu epidemiologii omawianych wirusów konieczne byłoby poważne badanie prowadzone przez afidologów i wirusologów przede wszystkim nad tymi gatunkami mszyc, które mają znaczenie w naszych warun-

kach klimatycznych, a nie są opracowane w literaturze, a więc przede wszystkim nad *A. nasturtii* i *A. frangulae*.

Należy uważać, że następujące zagadnienia oczekują na wyjaśnienie.

1. Poznanie gatunków mszyc, których formy uskrzydłone nalatują na plantacje ziemniaka w Polsce.

2. Stwierdzenie czy te osobniki uskrzydłone posiadają zdolność przenoszenia wirusa Y i to zarówno „starych szczepów” jak i Y — Rbv (*Veinal necrosis*) to jest tak zwanych „nowych szczepów”.

3. Dokładne poznanie biologii *A. nasturtii*, *A. frangulae* i ewentualnie innych gatunków mszyc, które okażą się wektorami o poważniejszym znaczeniu. Bardzo ważnym jest zagadnienie wpływu elementów klimatycznych przede wszystkim temperatury powietrza na gradację i ruchliwość tych mszyc badanego porównawczo z *M. persicae* w warunkach kontrolowanych.

4. Znaczenie drąpiezców i chorób mszyc w zmniejszaniu zagrożenia chorobami wirusowymi.

5. Rozpoznanie występowania gospodarzy podstawowych mszyc-vektorów wirusów Y i L i wpływ ich rozmieszczenia na szerzenie się chorób.

LITERATURA

1. Barlow C. A. (1962): *Canad. Ent.* 94 s. 667—671.
2. Barlow C. A. (1962): *Canad. J. Zool.* 40. s. 145—156.
3. Birecki M., Gabriel W. (1963): Z badań nad epidemiologią chorób wirusowych ziemniaka. Ref. sympozjum wirusologicz. RWPG. Poznań.
4. Bojnanský V., Blattný C., Pozdena J. (1955): *Sbornik polnhospodarských Vied.* 1 s. 5—30.
5. Bradley R. H. E. (1962): *Virology.* 17 s. 95—98.
6. Bradley R. H. E., Rideout D. W. (1953): *Canad. J. Zool.* 31 s. 333—341.
7. Broadbent L. (1962): *Ann. Appl. Biol.* 38 s. 577—581.
8. Cochain A. J. (1961): *Ent. exp. appl.* 4 s. 211—219.
9. Cunningham V. D., Schultz J. T. (1963): *Ann. Ent. Soc. Amer.* 56 s. 334—336.
10. Fenjves P. (1945): *Mitt. d. Schweizerischen Ent. Geselsch.* 19 s. 489—611.
11. Gabriel W. (1958): *Parasitica.* 19 s. 119—137.
12. Gabriel W. (1959): *Roczn. Nauk Roln.* 79-A-3 s. 797—819.
13. Gabriel W. (1961a): *Roczn. Nauk roln.* 83-A-3 s. 463—504.
14. Gabriel W. (1961b): *Proc. 4th Conf. Potato Virus Dis. Brunschweig 1960* s. 126—137.
15. Gabriel W., Nuckowski S., Wiśłocka M. (1964): *Polskie Pismo entom. Seria B* 4 nr 1—2. s. 35—56.
16. Gabriel W. (1965): Wpływ niektórych elementów klimatycznych na rozprzestrzenianie się chorób wirusowych ziemniaka przenoszonych przez mszyce. *Pam. Puławski* 19, 181—200.

17. Haine E. (1955): *Nature*, London 175 s. 474.
18. Harrison B. D. (1958): *Virology* 6 s. 265—277.
19. Heinze K. (1960): *Nachr. Bl. dtsh. Pflsch. Dients.* 12 s. 119—121.
20. Hille Ris Lambers (1960): *Medelingen van de NAK.* 16 nr 11.
21. Johnson B. (1958): *Animal Behaviour* 6 s. 9—26.
22. Johnson C. G. (1952): *Ann. appl. Biol.* 39 s. 525—547.
23. Kassanis (1952): *Ann. appl. Biol.* 39 s. 157—167.
24. Kennedy J. S. (1950): *Nature*, London 165 s. 1024—1025.
25. Kennedy J. S., Day M. F., Eastop V. F. (1962): London, Commonwealth Institute of Entomology.
26. Laird E. F., Dickson R. C. (1963): *Phytopath.* 53 s. 48—52.
27. MacCarthy H. R. (1954): *Phytopathol.* 44 s. 167—176.
28. Mac Gillivray M. E., Bradley R. H. E. (1960): *Canad. Ent.* 92 s. 367—368.
29. Müller H. J. (1953): *Beitr. z. Entomol.* 3 s. 229—258.
30. Müller H. J., Unger K. (1952): *Züchter* s. 206—228.
31. Müller H. J., Unger K., Neitzel K., Rauber, Moericke V., Seemann J. (1959): *Biol. Zentralblatt.* 78 s. 341—383.
32. Nienhaus F. (1956): *Naturwissenschaften* 43 s. 63—64.
33. Orlob G. B. (1962): *Virology* 16 s. 301—304.
34. Pain J., Legg J. T. (1953): *Nature*, London 171 s. 744—748.
35. Roland G., Tahon J. (1959): *Revue de 1- Agric.* s. 661—670.
36. Shands W. A., Simpson G. W., Wawe M. E. (1958): *J. Econ. Ent.* 51 s. 144—145.
37. Shands W. A., Webb R. E., Schultz E. S. (1961): *Amer. Potato J.* 38 s. 114—116.
38. Stegwee D. (1961): *Proc. 4th Conf. Potato Virus Dis. Braunschweig 1960.* s. 106—109.
39. Szalay-Marzso L., Solymosy F. (1961): *Acta Agron. ASH.* 11. s. 329—343.
40. Ulrich G., Neitzel K., Scholz M. (1963): *Europ. Potato J.* 6 s. 227—241.
41. Unger K., Müller H. J. (1953): *Angew. Meteor.* 1 s. 257—275.
42. Vander Plank J. E. (1944): *Nature*, London 153 s. 589 cyt. wg Broadbent (1962).
43. Van Hoof H. A. (1958): *Proc. 3rd Conf. Potato Virus Dis. Lisse Wageningen 1957.*
44. Webb R. E. (1956): *Phytopathol.* 46 s. 370.
45. Weismann L., Macko V., Fekete P. (1960): *Biolog. Prace.* 6 s. 5.
46. Wisłocka M. (1964): *Połowcy mszyc na żółte szalki i obliczenia mszyc na liściach ziemniaka. Sympozjum Afidologiczne 1964 Olsztyn* s. 55—63.