Wpływ środowiska na pobieranie potasu i fosforu przez ziemniaki w pierwszym okresie rozwoju

The influence of environment on the absorption of potassium and phosphorus
by potatoes in their first stage of development

EDWARD POJNAR

Zadaniem niniejszej pracy jest wykazanie, w jakim stopniu ziemniaki pochodzące z różnych warunków hodowlanych i będące w różnym stopniu zdegenerowania wpływają na zmianę pH środowiska oraz jakie zachodzą u nich różnice w pobieraniu z podłoża jonów potasu i fosforu.

Doświadczenia przeprowadzono na trzech odmianach ziemniaków; „Dar”, „Epoka”, „Olsztyńskie” i dwóch rodach; 44 i 50, uprawianych przez szereg lat na Pomorzu w Zamartem, na niżu pod Krakowem w Górcie Narodowej oraz w górach w Zakopanem.

Badania nad tymi ziemniakami dotyczą wyłącznie pierwszego okresu ich rozwoju.

Praca została wykonana w Katedrze Botaniki Wyższej Szkoły Rolniczej w Krakowie pod kierunkiem prof. dr. Anieli K o z ł o w s k i e j. Na tym miejscu składam serdeczne podziękowanie Pani Prof. dr A. K o z ł o w s k i e j za cenne uwagi i wskazówki. Panu doc. dr. Z. Ł u b k o w s k i e m u dziękuję za pomoc w statystycznym opracowaniu wyników.

SPOSÓB PRZEPROWADZANIA DOŚWIADCZEŃ

Bulwy badanych ziemniaków były poddawane kiełkowaniu zawsze w tych samych warunkach; w kwarcowym piasku, zwilżanym wodą destylowaną. Piasek był ługowany najpierw stężonym kwasem solnym a następnie przemywany zrazu bieżącą wodą i w końcu destylowaną aż do zniknięcia reakcji na chlor.

W tak przygotowany piasek sadzone były w skrzynkach, w szklarni bulwy ziemniaczane począwszy od kwietnia do czerwca. W zależności od odmiany po 4 tygodniach lub wcześniej otrzymywano pędy z silnym systemem

korzeniowym. Pędy wraz z korzeniami odcinano od bulwy i splukiwano dokładnie wodą destylowaną. Do doświadczeń brano kielki o korzeniach 10 do 12 cm długich i pędach długości około 3 cm (ryc. 1). Średnia waga kielków branych do doświadczeń wynosiła od 1,5 do 2 g w zależności od odmiany. Tak przygotowane kielki umieszczano w 100 ml kolbkach Erlenmayera, wylanych parafiną.

Ryc. 1. Kielki ziemniaków odcięte od bulw

Sprouts of potatoes cut off from tubers

Według van den H o n e r t a (1937) rośliny pobierają z reguły jednozasadowe fosforany. Natomiast H a g e n i H o p k i n s (1955) wykazali, że rośliny absorbują zarówno fosforany jedno jak i dwuzasadowe. W naszych doświadczeniach kolbki wypełniane były 80 ml 0,0017 m roztworu jednozasadowego fosforanu potasu (KH_2PO_4).*

W jednym wypadku roztwór 0,0017 m KH_2PO_4 był alkalizowany 0,1 n NaOH od 7,45 do 7,65 pH, w drugim wypadku był zakwaszany 0,1 n HCl od 4,20 do 4,35 pH.

Szyję korzeniową roślin owijano watą, osłaniając w ten sposób wylot kolbek Erlenmayera. Przez okrywą waty wstawiano rurki szklane umożli-

* Według Pietierburskiego (1954) str. 298 gramorównoważnik KH_2PO_4 wynosi 1/3 mola i równa się 45,364 g. Natomiast W i e r c h o w s k i (1950) podaje gramorównoważnik dla KHSO_4 równy 1 molowi. Przez analogię gramorównoważnikiem dla KH_2PO_4 byłby jeden mol. A więc roztwór soli, który zawiera 0,2268 g KH_2PO_4 w litrze, byłby około 0,0017 m i 0,017 m, a nie 0,005 m.

wiające dostęp powietrza do systemu korzeniowego (ryc. 2). Kontrole doświadczzenia stanowiły kolbki z tymi samymi roztworami bez roślin.

Po upływie 5 dni wyjmowano z roztworów rośliny, a w pozostałym płynie oznaczano pH oraz zawartość potasu i fosforu.

Pomiary stężenia jonów wodorowych w roztworach dokonywano posługując się potencjometrem „Queen” model E 3040 prod. USA. Dokładność pomiaru wynosiła $\pm 0,05$ pH.

Zawartość potasu w bulwach oraz w badanych roztworach oznaczano ilościowo posługując się fotometrem płomieniowym.

Ryc. 2. Kielki po 5-dniowej hodowli w 0,0017 m roztworze KH_2PO_4
Sprouts after 5 day's culture in 0,0017 m KH_2PO_4 solution

Przy oznaczaniu fosforu używano fotokolorymetr „Visomat” prod. niemieckiej stosując ulepszoną przez M u e l l e r a (1935) metodę F i s k e i S u b b a r o w a (1929), w której jako środka redukującego używa się metolu, tj. siarcznanu N-metylo-p-aminofenolu. Metoda ta nadaje się do oznaczania fosforu, najbardziej tam, gdzie grozi niebezpieczeństwo obecności dużych ilości krzemianów.

WPŁYW KIELKÓW ZIEMNIAKA NA pH ŚRODOWISKA.

Rośliny uprawne w porównaniu z roślinami wchodzącymi w skład naturalnych zespołów mają stosunkowo szeroką skalę pH, w obrębie której rozwój ich przebiega normalnie. Niemniej jednak w sposób bardzo wyraźny można wśród nich wyróżnić takie jak łubin, ziemniak, owies, tytoń i inne związane raczej z glebami o pH poniżej 6, takie jak len, seradela, koniczyna przywiązane do gleb słabo kwaśnych, wreszcie takie jak pszenica, burak

cukrowy, lucerna przekładające gleby o odczynie obojętnym bądź lekko zasadowym, S m a l l (1946).

Zakres pH gleby właściwy ziemniakowi waha się według A r r h e n i u s a (1926) od 4,2 do 6,2 pH, przy czym najwyższy urodzaj może być osiągnięty przy pH od 4,85 do 5,6. B a r n e s (1944) wykazał, że podniesienie pH gleby od 4,3 do 4,7 — 5,5 podniosło bardzo wydatnie plony ziemniaków w Południowej Karolinie. Podwyższenie pH od 4,8 do 7,1 nie miało wpływu na lepszy rozwój rośliny, przeciwnie, ulegały one łatwiej porażeniu parchem. Dalsze alkalizowanie gleby obniżało plony (S m i t h 1937).

Wzięte do omawianych doświadczeń bulwy ziemniaków pochodziły z trzech różnych typów gleb różniących się stopniem pH.

1. Piaszczysto-gliniaste gleby Pojezierza o pH = 6,5 ze stacji hodowlanej Zamarte, z której sprowadzony był materiał do dalszych badań, posiadały następujący skład mineralny, oznaczony metodą Tokorskiego (1954):

Minerały ilaste	3,7 %
Próchnica	2,1 %
Kalcyt	0,5 %
Piasek, „reszta”	93,7 %

2. Położona na północ od Krakowa Górka Narodowa leży w obrębie gleb lessowych. Przykładowo wzięta z poletka doświadczalnego gleba miała następujący skład mineralny:

Minerały ilaste	7,6 %
w tym:	
montmorylonit	2,9 %
kaolinit	4,7 %
próchnica	2,0 %
kalcyt	0,8 %

Omawiana gleba lessowa w porównaniu z Pojezierzem ma zatem więcej części ilastych, a pH tej gleby wynosiło w 1955 i 1956 r. — 7,4 pH.

3. Gleby w Zakopanem na Gubałówce i na Kosińcu są to gleby górskie, leżące na zwietrzelinie piaskowca fliszowego. Składem mineralnym tylko nieznacznie różnią się one między sobą.

Koziniec 939 m n.p.m.		Gubałówka 1025 m n.p.m.	
Minerały ilaste	23,0 %		22,2 %
w tym:			
montmorylonit	12,3 %		12,0 %
kaolinit	10,7 %		10,2 %
próchnica	10,7 %		1,3 %
kalcyt	1,64 %		9,3 %

Dzięki przewadze montmorylonitu nad kaolinitem omawiane gleby górskie, mimo dużej zawartości części ilastych, posiadają własności fizyczne i zasoby mineralne dla uprawy i rozwoju roślin korzystne. Przewaga części

ilastych przy małym % wapnia daje stosunkowo niskie pH (K o z ł o w s k a 1955). Wynosiło ono dla Gubałówki w roku 1955 — 4,7 pH, zaś w roku 1956 — 4,85 pH, dla Kozińca w 1955 r. — 5,0 pH) w 1956 r. — 5,9 pH.

Bulwy ziemniaków wzięte do naszych doświadczeń pochodziły zatem ze środowisk o stosunkowo dużej skali od 4,7 do 7,4 pH.

Rośliny występujące w naturalnych zespołach w przyrodzie są niekiedy ograniczone w swym występowaniu do stosunkowo ciasnych granic pH. Stwierdzono na szeregu gatunków roślin należących do różnych zespołów roślinnych, że mają one w swych organach podziemnych zdolność reagowania na odczyn środowiska. Występuje to szczególnie wyraźnie, jeśli rośliny przywiązane do gleb alkalicznych zostaną przeniesione do pożywek kwaśnych o niskim pH (K o z ł o w s k a 1934).

Zmiany odczynu środowiska stwierdzono nie tylko w wypadku przeprowadzania doświadczeń z całymi roślinami z możliwie nie uszkodzonym systemem korzeniowym, ale również w wypadku skrawków żywej tkanki, na przykład u rodzaju *Opuntia* (U l e h l a 1928) oraz korzeni zapasowych marchwi (S t i l e s 1924).

Jednym z zadań opisanych w niniejszej pracy doświadczeń było stwierdzenie wpływu młodych wyrastających kielków ziemniaka na koncentrację jonów wodorowych roztworu w zależności czy wzięte do badań bulwy pochodziły z warunków glebowych górskich o pH 4,7 do 5,9, czy bliskich obojętnemu gleb pomorskich o pH = 6,5, czy też z gleby podkrakowskiej, słabo alkalicznej o pH = 7,40.

Badania były przeprowadzane na 5 odmianach ziemniaków: „Dar”, „Epoka”, „Olsztyńskie”, ród 44 i 50. Rozwój, plony i stan zdrowotny każdej odmiany były dokładnie badane i określane corocznie na przykładzie 15 osobników reprodukowanych stale z roku na rok.

Każde doświadczenie przeprowadzano w 10 powtórzeniach na bulwach branych losowo z 15 obserwowanych roślin poszczegółnej odmiany.

D o ś w i a d c z e n i e I

Odmiana „Olsztyńskie” (ród 54) w roku 1949 była z pomorskiej stacji hodowlanej Zamarte przeniesiona pod Tatry na zbocza Kozińca 939 m n.p.m. w Zakopanem, w bezpośrednie sąsiedztwo ziemniaków porażonych chorobami wirusowymi. W roku 1951 ziemniaki te nie wykazywały objawów chorób wirusowych. Na wiosnę w roku 1952 zostały przeniesione po raz pierwszy z gór pod Kraków do Górki Narodowej. Po raz drugi ziemniaki te zostały przeniesione pod Kraków na wiosnę w roku 1954.

W roku 1954 ziemniaki z hodowli krakowskiej przesadzone w roku 1952 miały objawy wirusa Y pod postacią mozaiki pomarszczonej, średni plon spod jednego krzaka wynosił 290 g.

Ziemniaki przesadzone pod Kraków na wiosnę w roku 1954 — nie wy-

kazywały żadnych objawów chorób wirusowych. Rozwój roślin był normalny, wysokość krzaków dochodziła do 80 cm; plon spod jednego krzaka = 898 g.

Równocześnie w tym samym 1954 roku ziemniaki te miały w Zakopanem na ogół wygląd zdrowy i w porze kwitnienia dochodziły do 58 cm wysokości, trzy wśród nich miały objawy mozaiki pomarszczonej. Średnie plony spod jednego krzaka = 440 g.

W roku 1955 ziemniaki z hodowli krakowskiej, przesadzone z Zakopanego w roku 1952, były podobnie jak w roku poprzednim opianowane wirusem Y, plony średnie = 352 g spod krzaka. Ziemniaki przesadzone z Zakopanego w roku 1954 przy bujnym rozwoju i średniej wysokości krzaków wynoszącej 56 cm, wykazywały w odróżnieniu od poprzedniego roku objawy smugowatości wraz z mozaiką. Średnie plony = 338 g spod jednego krzaka.

W Zakopanem w roku 1955 wszystkie badane ziemniaki były opianowane wirusem Y pod postacią mozaiki pomarszczonej. Średnie plony = 341 g spod krzaka.

Doświadczenie nad zmianą pH pożywek przeprowadzono w roku 1955 i 1956 z opisanymi wyżej ziemniakami, pochodzącymi z Zakopanego i Krakowa. Otrzymane wyniki w wypadku umieszczenia kielków w roztworze kwaśnym przedstawia tabela 1, dośw. I.

Jak wynika z tabeli, kielki ziemniaków zakopiańskich w r. 1955 zalkalizowały w ciągu 5 dni roztwór od 4,2 do 5,35 pH, tj. średnio o 1,15 pH.

Na wiosnę w roku 1956 przy nieco wyższym pH = 4,35 roztworu kontrolnego, po 5 dniach pH roztworu wynosiło 5,55 pH, zatem różnica była omal taka sama, jak w roku poprzednim i wynosiła 1,20 pH.

Kielki ziemniaków, przesadzonych z Zakopanego do Krakowa w 1954 roku, po jednorocznej uprawie na niżu wykazały tak samo niemal identyczną zdolność zmiany pH z ziemniakami z Zakopanego, pochodzącymi z gleb kwaśnych. W porównaniu z pożywką wyjściową zalkalizowanie wynosiło 1,20 pH.

Doświadczenie wykonane z tymi samymi ziemniakami w roku 1956, zatem po 2 latach uprawy pod Krakowem, wykazało natomiast mimo wystąpienia chorób wirusowych, wyższą zdolność alkaliczowania roztworu w porównaniu z zakopiańskimi. W stosunku do roztworu kontrolnego o pH = 4,35 roztwór z rośliną został po 5 dniach zalkalizowany do 6,05 pH, zatem o 1,70 pH.

Kielki ziemniaków, przesadzonych z Zakopanego w 1952 roku, porażonych wirusem Y, w badaniach w 1955 roku zalkalizowały po 5 dniach roztwór wyjściowy o 1,65 pH.

Badania przeprowadzone z tymi ziemniakami w 1956 roku, silniej opianowanymi chorobami wirusowymi, wykazały prawie taką samą zdolność alkaliczowania roztworu jak w roku poprzednim, mimo że pH roztworu kontrolnego w r. 1956 wynosiło 4,35.

TABELA 1
Zmiany pH kwaśnego roztworu 0,0017 m KH_2PO_4 po 5 dniach pod wpływem kiełków ziemiarczanych

Nr dośw.	Odmiana (ród)	Miejsce uprawy	1955				1956					
			pH roztworu po 5 dniach:		Różnica pH	Zdrowotność ziemniaków	Płon z krzaka w g	pH roztworu po 5 dniach:		Różnica pH	Zdrowotność ziemniaków	Płon z krzaka w g
			kontrola	z rośliną				kontrola	z rośliną			
I	„Olsztyńskie”	Zakopane od 1949*	4,20	5,35	1,15	mozaika pom.	440	4,35	5,55	1,20	mozaika pom.	341
		Górka Nar. od 1954	4,20	5,40	1,20	zdrowe	898	4,35	6,05	1,70	mozaika pom.	338
		Górka Nar. od 1952*	4,20	5,85	1,65	mozaika pom.	290	4,35	5,95	1,60	mozaika pom. smugow.	352
II	Ród 50	Zakopane od 1951*	4,20	5,30	1,10	mozaika pom.	612	4,35	5,35	1,00	mozaika pom.	635
		Górka Nar. od 1953*	4,20	5,50	1,30	mozaika	560	4,35	5,65	1,30	mozaika liścioz.	500
		Zakopane od 1948*	4,20	5,90	1,70	zdrowe	740	4,35	5,70	1,35	mozaika pom.	400
III	Ród 44	Górka Nar. od 1954	—	—	—	—	—	4,35	5,70	1,35	mozaika pom.	345
		Górka Nar. od 1951*	4,20	5,90	1,70	mozaika pom.	110	4,35	6,00	1,65	mozaika pom.	116
		Zamarte	—	—	—	—	—	4,35	5,85	1,50	zdrowe	—
IV	„Olsztyńskie”	Górka Nar. od 1955	—	—	—	—	—	4,35	6,00	1,65	zdrowe	1290
		Zamarte	4,20	5,45	1,25	zdrowe	—	4,35	5,70	1,35	zdrowe	750
		Górka Nar. od 1954	4,20	5,50	1,30	zdrowe	713	4,35	6,05	1,70	zdrowe	549
	„Epoła”											

* Obiekty uwzględnione w analizie zmienności.

TABELA 2
Zmiany pH zasadowego roztworu 0,0017 m KH_2PO_4 po 5 dniach pod wpływem kiełków ziemiarczanych

Nr dośw.	Cdmiana (ród)	Miejsce uprawy:	1955				1956			
			pH roztworu po 5 dniach		Różnica pH	Zdrowotność ziemiarka	pH roztworu po 5 dniach		Różnica pH	Zdrowotność ziemiarka
			kont-rola	z rośliną			kontrola	z rośliną		
I	„Olsztyńskie”	Zakopane od 1949	7,50	7,05	0,45	mozaika pom.	7,65	7,10	0,55	mozaika pom.
		Górka Nar. od 1954	7,50	7,10	0,40	zdrowe	7,65	7,25	0,40	mozaika pom.
		Górka Nar. od 1952	7,50	7,20	0,30	mozaika pom.	7,65	7,20	0,45	mozaika pom. smugow.
II	Ród 50	Zakopane od 1951	7,60	7,20	0,40	mozaika pom.	7,65	7,20	0,45	mozaika pom.
		Górka Nar. od 1953	7,60	7,20	0,40	mozaika pom.	7,65	7,15	0,50	mozaika liścioz.
		Zakopane od 1948	7,60	7,00	0,60	zdrowe	7,65	7,00	0,65	mozaika pom.
III	Ród 44	Górka Nar. od 1954	—	—	—	—	7,65	7,25	0,40	mozaika pom.
		Górka Nar. od 1951	7,60	7,15	0,45	mozaika pom.	7,65	7,10	0,55	mozaika pom.
		Zamarte	—	—	—	—	7,65	7,20	0,45	zdrowe
IV	„Olsztyńskie”	Górka Nar. od 1955	—	—	—	—	7,65	7,20	0,45	zdrowe
		Zamarte	7,45	6,90	0,55	zdrowe	7,65	7,00	0,65	zdrowe
		Górka Nar. od 1954	7,45	6,95	0,50	zdrowe	7,65	7,30	0,35	zdrowe

Tabela 2 (dośw. I) przedstawia wyniki równolegle prowadzonych doświadczeń w roztworach alkalicznych. Jak wynika z tabeli, kielki umieszczone w roztworze słabo alkalicznym w minimalnym stopniu wpłynęły na obniżenie pH roztworu.

D o ś w i a d c z e n i e II

Ziemniaki należące do rodu 50 zostały przeniesione z Pomorza do Zakopanego w roku 1951 na zbocze Gubałówki. W roku 1954, przy dobrym rozwoju ziemniaków, wysokość krzaków dochodziła do 40 cm. Rośliny wykazywały jednak objawy mozaiki pomarszczonej, wywołane wirusem Y. Średni plon spod jednego krzaka wynosił 612 g. W roku 1955 objawy mozaiki pomarszczonej były w dalszym ciągu widoczne. Plon spod jednego krzaka = 635 g.

W roku 1953 ziemniaki te były przeniesione pod Kraków. Stan ich zdrowotny w roku 1954 pod Krakowem nie był zadowalający. Na ziemniakach pojawiła się mozaika. Średni plon spod jednego krzaka sięgał 560 g. W roku 1955 na ziemniakach pod Krakowem wystąpiła słaba mozaika z liściozwojem. Plon spod krzaka wynosił średnio 500 g.

Tabela 1 (dośw. II) przedstawia wpływ kielków tej odmiany z hodowli zakopiańskiej i krakowskiej na zmiany pH roztworu kwaśnego w ciągu 5 dni. Jak wynika z tabeli zdolność alkalizowania roztworu przez ziemniaki uprawiane przez 2 i 3 lata pod Krakowem jest wyższa niż u ziemniaków uprawianych w Zakopanem od 1951 roku, podobnie jak to miało miejsce u odmiany „Olsztyńskie“.

Jak wynika z tabeli 2 (dośw. II), kielki rodu 50 zarówno w Zakopanem, jak i w Krakowie spowodowały zakwaszenie roztworu w bardzo nieznacznym stopniu.

D o ś w i a d c z e n i e III

Ród 44 był sprowadzony z Pomorza do Krakowa w 1947 roku. W 1948 roku został przeniesiony do Zakopanego. W roku 1954 rośliny w Zakopanem nie miały żadnych objawów chorób wirusowych. Plony średnie spod jednego krzaka = 740 g. W roku 1955, niekorzystnym dla hodowli ziemniaka w górach, wystąpiły na roślinach objawy mozaiki pomarszczonej wywołane wirusem Y; średni plon spod jednego krzaka spadł do 400 g.

Ziemniaki te były z Zakopanego przeniesione pod Kraków w roku 1951 i w roku 1954.

W roku 1954 ziemniaki pod Krakowem, sprowadzone z Zakopanego w roku 1951, były krańcowo zdegenerowane, z objawami mozaiki pomarszczonej; średni plon = 110 g. W roku 1955 ich stan zdrowotny nie uległ poprawie. Również i średni plon spod jednego krzaka utrzymywał się na tym samym poziomie i wynosił 116 g. Tak samo silnie zdegenerowane były ro-

śliny przesadzone z Zakopanego w 1954 roku. Średni plon spod krzaka wynosił 345 g.

Tabela 1 (dośw. III) przedstawia zmiany pH roztworu pod wpływem kielków rodu 44.

Jak wynika z tej tabeli, w roku 1955 kielki ziemniaków z Zakopanego pochodzące z roślin nie wykazujących objawów chorób wirusowych zalkalizowały roztwór kwaśny o 1,70 pH. Natomiast kielki z Zakopanego w roku 1956, pochodzące z roślin opanowanych wirusem Y, zalkalizowały roztwór tylko o 1,35 pH.

Kielki ziemniaków z hodowli krakowskiej, przesadzonych z Zakopanego w roku 1951, pochodzące z roślin silnie opanowanych wirusem Y, zalkalizowały roztwór kwaśny w tym samym prawie stopniu co kielki ziemniaków zdrowych pochodzących z kwaśnej gleby górskiej. Jeszcze słabiej zareagowały na roztwór kwaśny kielki w roku 1956, pochodzące z silnie zdegenerowanych ziemniaków przesadzonych do Krakowa z Zakopanego w 1954 roku.

Jak wynika z omawianych doświadczeń, ród 44 reaguje na pH środowiska w sposób swoisty, odrębny od poprzednio opisanych odmian.

Tabela 2 (dośw. III) przedstawia wpływ kielków rodu 44 na roztwór słabo alkaliczny. Kielki bulw pochodzących z silnie zdegenerowanych krzaków hodowli krakowskiej, słabo alkalizujących roztwór kwaśny, zakwasiły roztwór alkaliczny nieco słabiej w porównaniu z ziemniakami góorskimi.

Doświadczenie IV

Odrębną serię doświadczeń stanowiło porównanie bulw dwóch odmian: „Epoka” i „Olsztyńskie”, sprowadzonych wprost z Pomorza, z bulwami tych samych ziemniaków uprawianych 1 i 2 lata w Krakowie. Zarówno ziemniaki pomorskie, jak i uprawiane w ciągu 2 lat pod Krakowem, nie wykazywały żadnych chorób wirusowych.

Tabela 1 (dośw. IV) przedstawia wpływ kielków ziemniaków odmiany „Olsztyńskie” na zmianę pH roztworu. Jak wynika z tabeli, kielki rodu 54, pochodzącego wprost z Pomorza, z gleby o pH 6,5, zalkalizowały roztwór kwaśny o 1,5 pH, zaś kielki uprawiane 1 rok pod Krakowem w warunkach glebowych obojętnych do słabo alkalicznych zalkalizowały roztwór o 1,65 pH.

Kielki ziemniaków odmiany „Epoka” (tabela 1, dośw. IV), pochodzących wprost z Pomorza, zalkalizowały w roku 1956 roztwór kwaśny o 1,25 pH, zaś w roku 1956 o 1,30 pH. Po jednym roku uprawy na słabo alkalicznej glebie krakowskiej ziemniaki te nie wykazały w porównaniu z ziemniakami uprawianymi stale na Pomorzu żadnej różnicy w reagowaniu na pH roztworów. Natomiast po 2 latach uprawy pod Krakowem zaznaczyła się wyraźna różnica w reagowaniu kielków na niskie pH środowiska: roztwór kwaśny został zalkalizowany o 0,35 pH silniej niż w wypadku ziemniaków pomorskich.

W stosunku do roztworu alkalicznego, jak to wykazuje tabela 2, dośw. IV, różnice między ziemniakami pomorskimi a krakowskimi u odmiany „Olsztyńskie” nie wystąpiły, natomiast kielki ziemniaków odmiany „Epoka”, drugi rok uprawianych pod Krakowem, słabiej zakwasiły roztwór zasadowy niż kielki ziemniaków pomorskich.

Doświadczenie V

Wiosną 1958 roku przeprowadzono doświadczenie z odmianą „Dar”, srowadzoną w 1954 roku z Pomorza pod Kraków do Górki Narodowej. Do badań wzięto bulwy ziemniaczane pochodzące z krzaków zdrowych, nie wykazujących objawów chorób wirusowych oraz bulwy z roślin opanowanych silnie wirusem Y pod postacią mozaiki pomarszczonej. Zarówno krzaki zdrowe, jak i opanowane wirusem Y rosły w tych samych warunkach klimatycznych i glebowych.

TABELA 3

Zmiany pH kwaśnego roztworu 0,0017 m KH_2PO_4 po 5 dniach pod wpływem kielków ziemniaczanych odmiany „Dar” (Ackersegen), w roku 1958

Odmiana	Miejsce uprawy	pH roztworu po 5 dniach:		Różnica pH	Zdrowotność ziemniaków	Plon spod krzaka w g
		kontrola	z rośliną			
„Dar” zdrowy	Górka Nar. od 1954	4,35	5,65	1,30	zdrowe	620
„Dar” chory	Górka Nar. od 1954	4,35	5,95	1,60	silna mozaika pomarszcz.	163

Zmiany pH dokonywane przez kielki ziemniaków odmiany Dar w roztworze kwaśnym podaje tabela 3, z której wynika, że kielki ziemniaków silnie opanowanych przez wirus Y w porównaniu z ziemniakami zdrowymi alkalizują intensywniej roztwór kwaśny.

TABELA 4

Zmiany pH zasadowego roztworu 0,0017 m KH_2PO_4 po 5 dniach pod wpływem kielków ziemniaczanych odmiany „Dar”, w roku 1958

Odmiana	Miejsce uprawy	pH roztworu po 5 dniach:		Różnica pH	Zdrowotność ziemniaków	Plon spod krzaka w g
		kontrola	z rośliną			
„Dar” zdrowy	Górka Nar. od 1954	7,65	7,30	0,35	zdrowe	620
„Dar” chory	Górka Nar. od 1954	7,65	7,45	0,20	silna moz. pomarszcz.	163

Roztwór alkaliczny jest natomiast, jak podaje tabela 4, słabiej zakwaszany przez kielki ziemniaków chorych. Różnica zmian w roztworze alkalicznym jest jednak minimalna i nieznacznie się tylko zaznacza.

Statystyczne opracowanie wyników

W celu stwierdzenia istotności wpływu miejsca uprawy na pH roztworu KH_2PO_4 , objęto analizą zmienności obiekty uprawiane w danych warunkach dłużej niż rok i badane w obu latach doświadczalnych. Obiekty te (oznaczone gwiazdką w tabeli 1) wraz z odpowiednimi różnicami pH i analizą zmienności zestawiono w tabeli 5.

TABELA 5
Różnice pH w roztworze kwaśnym KH_2PO_4

Doświadczenie w roku	Odmiana (ród)	Zakopane	Górka Narodowa
1955	„Olsztyńskie”	1,15	1,65
	Ród 50	1,10	1,30
	Ród 44	1,70	1,70
1956	„Olsztyńskie	1,20	1,60
	Ród 50	1,00	1,30
	Ród 44	1,35	1,65
Srednie		1,25	1,53
Analiza zmienności różnic pH			
Zmienność	L. st. swobody	Suma kwadratów	Przeciętna zmienność
Lat	1	0,0209	0,0209 S_1
Odmian	2	0,3612	0,1806 S_2
Miejscowości	2	0,2409	0,1204 S_3
Współdziałanie lat z odmianami	2	0,0211	0,0106 S_4
Lat z miejscowość.	1	0,0074	0,0074 S_5
Odmian z miejscowość.	2	0,0471	0,0235 S_6
Odmian z miejscowość. w latach	2	0,0206	0,0103 S_7

$$\frac{S_4}{S_7} = 1,03 \quad \frac{S_6}{S_7} = 2,28 \quad F_{(P=0,95)} = 19,0$$

$$S_8 = \frac{0,0211 + 0,0471 + 0,0206}{2 + 2 + 2} = 0,0148 \quad (6 \text{ stopni swobody})$$

$$\frac{S_2}{S_8} = 12,20 \quad F_{(P=0,99)} = 10,92$$

$$S_9 = \frac{0,0074 + 0,0471 + 0,0206}{2 + 1 + 2} = 0,015 \quad (5 \text{ stopni swobody})$$

$$\frac{S_3}{S_2} = 8,05 \quad F_{(P=0,95)} = 6,61$$

Jak wynika z tej analizy, średni wpływ pochodzenia na zmiany pH był istotny. Ziemiaki pochodzące z Zakopanego podniosły pH o 1,25, zaś z Górkii Narodowej o 1,53. Wystąpiły również istotne różnice odmianowe: najniższe różnice wykazał ród 50, a największe ród 44.

POBIERANIE FOSFORU I POTASU PRZEZ KIELKI ZIEMNIAKÓW O ROZMAITEJ PRZESZŁOŚCI HODOWLANEJ

Hoagland i Broyer (1940) na przykładzie odciętych korzeni jęczmienia wykazali, że pobieranie potasu jest zależne od pH środowiska, wzrasta ono nieznacznie ze wzrostem pH pożywki.

Arnon, Fratze i Johnson (1942) badali pobieranie potasu, wapnia, fosforu i innych jonów przez pomidory i sałatę w ciągu 96 godz. Zakres pH środowiska, w którym przeprowadzali doświadczenia sięgał od 4 do 8 pH. Otrzymane wyniki odnośnie pobierania potasu potwierdziły doniesienia Hoaglanda i Brojera.

Kozłowska (1936) stwierdziła u licznych gatunków roślin, pochodzących z różnych środowisk, różną zdolność w pobieraniu fosforu z roztworu kwaśnego i zasadowego 1/1000 i 1/10 000 n Na_2HPO_4 , uzależnioną od warunków środowiska, w jakim żyły rośliny oraz od stężenia jonów wodorowych w pożywkach. Gatunki roślin pochodzące z gleb i niskiej kwasowości nie pobierały wcale albo tylko nieznacznie fosfor z roztworów zasadowych, natomiast pobierały dość silnie z roztworów kwaśnych. Przeciwnie właściwości wykazywały gatunki roślin pochodzące z gleb słabo kwaśnych lub słabo alkalicznych.

Celem wykazania, czy w omawianych doświadczeniach zmiany pH środowiska wywołane wyrośniętymi kielkami ziemniaków były spowodowane różnym pobieraniem przez te kielki z KH_2PO_4 anionów i kationów, oznaczano po ukończonych doświadczeniach we wszystkich opisanych roztworach zawartość potasu i fosforu. Ponadto fosfor i potas był oznaczany w bulwach, z których wycięte były kielki i w glebie, z której bulwy te pochodziły.

A. Zawartość potasu i fosforu w bulwach ziemniaczanych

Zawartość procentowa potasu i fosforu w bulwach ziemniaczanych były przedmiotem licznych badań. Według Daszewskiego (1900) na 100 części suchej masy zawartość K_2O waha się od 2,10 do 2,54, zawartość P_2O_5 od 0,53 do 0,65.

Schrader (1933) uzyskał nieco inne wartości: w stosunku do 100 części suchej masy zawartość K_2O w bulwach wynosiła od 1,84 do 2,97, zaś zawartość P_2O_5 od 0,46 do 1,05.

Chaminda (1942) wreszcie podaje wartości średnie dla $K_2O = 2,83$, dla $P_2O_5 = 0,41$.

W doświadczeniach naszych, jak to pokazuje tabela 6, zawartość K_2O w bulwach wziętych do doświadczeń wahała się w zależności od odmiany w granicach od 1,80 do 2,55% w stosunku do suchej masy. Różnice w zawartości potasu w bulwach wystąpiły w zależności od pochodzenia rośliny (góry, okolice Krakowa, Pomorze), jak również od jej stanu zdrowotnego. Bulwy ziemniaków uprawianych w górach (Zakopane) oraz na Pomorzu

TABELA 6

Zawartość procentowa K_2O i P_2O_5 w bulwach ziemniaków po odcięciu kielków

Odmiana (ród)	Ziemniaki uprawiane:	1955		1956	
		Zawartość procentowa		Zawartość procentowa	
		K_2O	P_2O_5	K_2O	P_2O_5
„Olsztyńskie”	na Pomorzu	—	—	2,34	0,522
	w Zakopanem od 1949	2,20	0,646	2,38	0,582
	w Górcie Narodowej od 1955	—	—	2,31	0,586
	w Górcie Narodowej od 1954	1,94	0,682	2,14	0,674
	w Górcie Narodowej od 1952	1,96	0,712	2,06	0,735
Ród 44	w Zakopanem od 1948	2,06	0,498	2,02	0,440
	w Górcie Narodowej od 1954	—	—	1,80	0,584
	w Górcie Narodowej od 1951	2,00	0,600	1,80	0,640
Ród 50	w Zakopanem od 1951	2,26	0,504	2,22	0,586
	w Górcie Narodowej od 1953	2,52	0,714	2,16	0,652
„Epoka”	na Pomorzu	1,90	0,641	1,80	0,577
	w Górcie Narodowej 1954	2,05	0,687	2,03	0,692
Rok 1958					
„Dar” zdrowy	Górka Narodowa od 1954	—	—	2,55	0,802
„Dar” chory	Górka Narodowa od 1954	—	—	2,35	0,604

(Zamarte) wykazały na ogół większą zawartość K_2O niż bulwy ziemniaków uprawianych pod Krakowem. Wyjątek stanowił ród 50 w roku 1955, którego bulwy ziemniaków uprawianych pod Krakowem zawierały więcej potasu w porównaniu z bulwami ziemniaków górskich.

Zawartość P_2O_5 w bulwach badanych wynosiła od 0,440 do 0,802% w stosunku do suchej masy. Różnice w zawartości fosforu zaznaczyły się wyraźnie w związku z pochodzeniem badanych ziemniaków. Bulwy ziemniaków uprawianych pod Krakowem u wszystkich omawianych odmian wykazują większą zawartość P_2O_5 w porównaniu z ziemniakami uprawianymi w górach i na Pomorzu.

Zarówno odnośnie potasu, jak i fosforu u poszczególnych odmian wystąpiły również pewne różnice między rokiem 1955 a 1956.

Należy podkreślić, że omawiane wyniki odnoszą się do bulw podkiełkowanych, u których podczas kiełkowania zmieniła się ilość poszczególnych składników łącznie z potasem i fosforem.

B. Zmiany zawartości potasu i fosforu w roztworze pod wpływem kiełków ziemniaczanych

Doświadczenie I — Odmiana „Olsztyńskie”

Pobieranie potasu. Do badań wzięto wyrosnięte kiełki bulw pochodzących z ziemniaków uprawianych w Krakowie od 1952, 1954 i sprowadzonych bezpośrednio z Pomorza w 1955 roku, oraz uprawianych w Zakopanem od 1949 roku, wykazujących rozmaity stan zdrowotny. Pobieranie potasu i fosforu badane było zarówno w roztworach kwaśnych, jak i alkalicznych w tych samych, w których badane było poprzednio pH.

Wyrosnięte kiełki ziemniaków, jak to opisano wyżej, były trzymane w ciągu 5 dni w 0,0017 M roztworze KH_2PO_4 . Różnice otrzymane między zawartością potasu na początku doświadczenia i po 5 dniach w 80 ml płynów, w których trzymano kiełki ziemniaków obrazowały intensywność pobierania tego składnika przez badane kiełki.

Jak to wynika z tabeli 7 (dośw. I), najintensywniejsze pobieranie potasu wykazały kiełki ziemniaków odmiany „Olsztyńskie”, uprawianych najdłużej w degeneracyjnym rejonie krakowskim, tj. od 1952 r. Bulwy te pochodziły od roślin silnie porażonych wirusem Y, wykazujących mozaikę i smugowość. Drugie z kolei były ziemniaki uprawiane w Krakowie od 1954 roku, opanowane wirusem Y, natomiast mało potasu pobierały ziemniaki nie wykazujące objawów chorób wirusowych, przeniesione z Pomorza pod Kraków w roku 1955.

Podkreślić należy, że wszystkie badane bulwy pochodziły z ziemniaków uprawianych w tych samych warunkach glebowych na polstkach doświad-

TABELA 7
Ilość pobranego przez kielki ziemiaków potasu* z 0,0017 m KH_2PO_4 w ciągu 5 dni

Nr dośw.	Odmiana (ród)	Miejsce uprawy	1955		1956	
			mg K pobranego z roztworu: o pH = 4,2	o pH = 7,5	mg K pobranego z roztworu: P pH = 4,35	o pH = 7,65
I	„Olsztynskie”	Zamarte	—	—	0,154	0,214
		Zakopane od 1949	0,132	0,271	0,157	0,252
		Górka Nar. od 1955	—	—	0,153	0,234
		Górka Nar. od 1954	0,182	0,277	0,262	0,308
		Górka Nar. od 1952	0,231	0,306	0,223	0,333
II	Ród 50	Zakopane od 1951	0,132	0,283	0,110	0,239
		Górka Nar. od 1953	0,191	0,310	0,260	0,273
		Zakopane od 1948	0,194	0,255	0,178	0,270
III	Ród 44	Górka Nar. od 1954	—	—	0,234	0,270
		Górka Nar. od 1951	0,259	0,312	0,224	0,293
		Zamarte	0,124	0,186	0,128	0,186
IV	„Epoka”	Górka Nar. od 1954	0,120	0,184	0,133	0,292

* W mg na 1000 mg świeżej masy

czalnych w Górcie Narodowej pod Krakowem. Zawartość potasu w tej glebie wynosiła 12 mg K_2O na 100 g gleby.

W porównaniu z kielkami pochodzącymi z bulw ziemniaków hodowanych przez kilka lat pod Krakowem, kielki z bulw ziemniaków uprawianych w Zakopanem pobierały potas znacznie mniej intensywnie. Należy podkreślić, że ziemniaki te w słabszym stopniu były opanowane wirusem Y. Zawartość potasu w glebie zakopiańskiej była przy tym wyższa niż w krakowskiej równając się 20 mg K_2O na 100 g gleby. Kielki ziemniaków zdrowych sprowadzonych bezpośrednio z Pomorza pobierały potas najmniej intensywnie.

Pobieranie fosforu. Różnice w zawartości fosforu między roztworami kontrolnymi bez rośliny i roztworami po 5 dniach trzymania w nich kielków ziemniaka przedstawia tabela 8 (dośw. I). Z tabeli tej wynika, że różnice w pobieraniu fosforu przez kielki ziemniaków różnego pochodzenia są mniej wyraźne niż to miało miejsce dla potasu. Zdegenerowane ziemniaki uprawiane pod Krakowem pobierały nieco intensywniej fosfor, w niektórych wypadkach w porównaniu z kielkami ziemniaków uprawianych w Zakopanem. Zawartość fosforu w glebie krakowskiej wynosiła 15 mg P_2O_5 , w zakopiańskiej 10 mg P_2O_5 na 100 g gleby.

Miedzy pobieraniem fosforu z roztworów kwaśnych i alkalicznych zaznaczyły się w tym wypadku różnice.

Doświadczenie II — Ród 50.

Pobieranie potasu. Bulwy rodu 50 wzięte do doświadczeń pochodziły z ziemniaków uprawianych w Krakowie od 1953 roku i w Zakopanem od 1951 r.

Intensywność pobierania potasu przez kielki badane w roku 1955 i 1956 obrazuje tabela 7 (dośw. II). Podobnie jak to miało miejsce w wypadku rodu 54 („Olsztyńskie”), rząd 50 wykazał intensywniejsze pobieranie potasu, przez ziemniaki uprawiane pod Krakowem w porównaniu z kielkami ziemniaków uprawianych w Zakopanem. Kielki ziemniaków z hodowli podkrakowskiej badane w roku 1955 pochodziły od roślin opanowanych wirusem Y pod postacią mozaiki pomarszczonej, podobnie wirusem Y były porażone również ziemniaki z hodowli zakopiańskiej. W pierwszym wypadku ilość pobranego potasu z roztworu KH_2PO_4 o $pH = 4,2$ wynosiła 0,191 mg K, zaś kielki ziemniaków zakopiańskich pobrały 0,132 mg, zatem różnica wynosiła 0,059 mg K.

Badania przeprowadzone w roku 1956 pochodziły w przypadku ziemniaków krakowskich z roślin w wyższym stopniu porażonych wirusem Y, jak również liściozwojem, ilość pobranego z roztworu potasu była większa i wynosiła 0,260 mg K. Doświadczenie przeprowadzone z kielkami ziemniaków zakopiańskich wykazało znacznie słabsze pobieranie potasu, wynoszące 0,110 mg

TABELA 8
 Ilość pobranego fosforu* z 0,0017 m KH_2PO_4 w ciągu 5 dni przez kielki ziemniaków

Nr dośw.	Odmiana (ród)	Miejsce uprawy	1955		1956	
			mg PO_4 pobranego z roztworu:	o pH 7,5	mg PO_4 pobranego z roztworu:	o pH = 7,65
			o pH = 4,2	o pH 7,5	o pH = 4,35	o pH = 7,65
I	„Olsztynskie”	Zamarte	—	—	0,229	0,172
		Zakopane od 1949	0,230	0,195	0,242	0,192
		Górka Nar. od 1955	—	—	0,230	0,194
		Górka Nar. od 1954	0,256	0,188	0,306	0,257
		Górka Nar. od 1952	0,333	0,279	0,275	0,264
II	Ród 50	Zakopane od 1951	0,246	0,231	0,152	0,201
		Górka Nar. od 1955	0,258	0,248	0,361	0,227
		Zakopane od 1948	0,440	0,179	0,284	0,220
III	Ród 44	Górka Nar. od 1954	—	—	0,247	0,206
		Górka Nar. od 1951	0,252	0,212	0,283	0,272
IV	„Epoka”	Zamarte	0,261	0,229	0,251	0,161
		Górka Nar. od 1954	0,210	0,206	0,280	0,251

* W mg na 1000 mg świeżej masy.

K. Ziemiaki wprawdzie w słabszym stopniu, ale również były porażone wirusem Y.

Pobieranie fosforu. Intensywność pobierania fosforu przez kielki bulw rodu 50 obrazuje tabela 8 (dośw. II.)

W wypadku słabo zdegenerowanych ziemniaków rodu 50 różnice w pobieraniu fosforu między ziemniakami spod Krakowa a ziemniakami z Zakopanego nie zaznaczyły się w sposób wyraźny.

Doświadczenie III — Ród 44.

Pobieranie potasu. Kielki rodu 44 wzięte do doświadczeń pochodziły z ziemniaków hodowanych pod Krakowem od 1951 i od 1954 roku, i hodowanych w Zakopanem od roku 1948. Pobieranie potasu przez kielki ilustruje tabela 7 (dośw. III.)

Ziemiaki rodu 44 w warunkach zakopiańskich w 1954 roku nie miały objawów chorób wirusowych, natomiast w roku 1955 wystąpiły na nich objawy wirusa Y.

Przeprowadzone doświadczenie w roku 1955 wykazało ilość pobranego potasu przez te ziemniaki z roztworu KH_2PO_4 o $\text{pH} = 4,2$ wynoszącą 0,194 mg K, zaś w roku następnym 1956 porażone wirusem Y pobrały 0,178 mg K.

Uprawiane ziemniaki pod Krakowem od roku 1951, wykazujące objawy mozaiki pomarszczonej, pobrały w 1955 r. 0,259 mg K, to znaczy o 0,065 mg więcej niż ziemniaki zakopiańskie. W następnym roku 1956 ilość pobranego K przez następne pokolenie tych ziemniaków krakowskich wynosiła 0,224 mg K, czyli o 0,046 mg więcej niż ziemniaków zakopiańskich.

Jest zastanawiające, że w wypadku rodu 44, w roztworach zasadowych, różnice w pobieraniu potasu między ziemniakami spod Krakowa i z Zakopanego w roku 1956 nie wystąpiły wyraźnie.

Pobieranie fosforu. Różnice w pobieraniu fosforu z roztworów kwaśnych i zasadowych przez ród 44 przedstawia tabela 8, dośw. III. Jak wynika z tabeli ziemniaki uprawiane pod Krakowem intensywniej pobierają fosfor niż ziemniaki z Zakopanego. W roku 1956 różnice te się nie zaznaczyły.

Doświadczenie IV — Odmiana „Epoka”

Bulwy odmiany „Epoka” wzięte do doświadczeń pochodziły z ziemniaków bez objawów chorób wirusowych, sprowadzonych wprost z Pomorza i po dwóch latach uprawy pod Krakowem. Różnice w pobieraniu potasu przedstawia tabela 7 (dośw. IV). Kielki ziemniaków odmiany „Epoka”, po 2 latach uprawy w degeneracyjnym rejonie krakowskim, wykazują nieco intensywniejsze pobieranie potasu.

Pobieranie fosforu. Różnice w pobieraniu fosforu przedstawia tabela 8 (dośw. IV), z której wynika, że kielki z ziemniaków dwa lata

uprawianych pod Krakowem intensywniej pobierały fosfor z roztworu w porównaniu z ziemniakami hodowanymi stale na Pomorzu.

Doświadczenie V — Odmiana „Dar” (Ackersegen)

Z opisanych poprzednio czterech doświadczeń dotyczących odmian: „Epoka”, „Olsztyńskie”, ród 50 i 44 wynika, że ziemniaki uprawiane w Górcie Narodowej pod Krakowem; intensywniej pobierają jony potasu i fosforu z podłoża niż ziemniaki uprawiane w górach. By przekonać się, w jakim stopniu o silniejszym pobieraniu potasu i fosforu decydują warunki środowiska, w których uprawiane były ziemniaki, a w jakim stopniu porażenie chorobami wirusowymi, przeprowadzono w 1958 r. dodatkowe doświadczenie z odmianą „Dar” uprawianą od 1954 r. w Górcie Narodowej pod Krakowem, z bulwami pochodzącymi z krzaków zdrowych i z krzaków porażonych wirusem Y.

TABELA 9

Ilość pobranego potasu* z 0,0017 m KH_2PO_4 w ciągu 5 dni przez kielki ziemniaków odmiany „Dar” (Rok 1958)

Odmiana	Miejsce uprawy:	mg K pobranego z roztworu		Zdrowotność ziemniaków
		o pH = 4,35	o pH = 7,65	
„Dar”	Górka Nar. od 1954	0,100	0,264	zdrowe
„Dar”	Górka Nar. od 1954	0,210	0,420	silna mozaika pomarszczona

Przedział ufności ($P = 0,95$) — 0,0413

*W mg na 1000 mg świeżej masy.

TABELA 10

Ilość pobranego fosforu* z 0,0017 m KH_2PO_4 w ciągu 5 dni przez kielki ziemniaków odmiany „Dar” (Rok 1958)

Odmiana	Miejsce uprawy:	mg PO_4 pobranego z roztworu		Zdrowotność ziemniaków
		o pH = 4,35	o pH = 7,65	
„Dar”	Górka Nar. od 1954	0,220	0,130	zdrowe
„Dar”	Górka Nar. od 1954	0,300	0,250	silna mozaika pomarszczona

Przedział ufności ($P = 0,95$) — 0,0435

*W mg na 1000 mg świeżej masy.

Ziemniaki zdrowe odmiany „Dar” w porównaniu z ziemniakami opianowanymi silnie przez wirus Y wykazały, jak to widać z tabeli 9, słabszą zdolność w pobieraniu potasu zarówno z roztworu kwaśnego, jak i zasadowego. Różnica w pobieraniu między ziemniakami zdrowymi a chorymi silniej wystąpiła w pożywce zasadowej niż w roztworze kwaśnym.

Więcej również, jak to wynika z tabeli 10, pobierają chore ziemniaki odmiany „Dar” w porównaniu z ziemniakami zdrowymi fosforu i to zarówno z roztworu kwaśnego, jak i zasadowego.

Ponieważ różnica w pobieraniu potasu i fosforu z pożywek kwaśnych przez kielki ziemniaków zdrowych i kielki ziemniaków opianowanych przez wirus Y hodowanych w tych samych warunkach była mniejsza niż różnice, jakie wystąpiły u ziemniaków silniej wprawdzie opianowanych wirusem Y pod Krakowem i słabiej zdegenerowanych, hodowanych w górach, należy wnosić, że w pobieraniu potasu i fosforu z pożywek rolę odgrywa nie tylko stan zdrowotny rośliny, ale w wyższym może stopniu warunki środowiska, z którego bulwy pochodziły.

STATYSTYCZNE OPRACOWANIE WYNIKÓW

Statystycznie opracowane wyniki zestawione w tabelach 11 i 12 pochodzą z obiektów, które były uprawiane w Zakopanem i Górcie Narodowej co najmniej przez dwa lata przed założeniem doświadczeń. Nie wzięto więc do zestawień odmiany „Epoka”, której nie uprawiano w Zakopanem, nie można też było włączyć wyników otrzymanych z ziemniakami z Zamartego. Opracowane w ten sposób serie obejmują więc doświadczenia z pobieraniem potasu i fosforu przez kielki 3 odmian (rodów) ziemniaków: „Olsztyńskie”, ród 50 i ród 44, pochodzących z dwu miejscowości uprawy: Zakopanego i Górki Narodowej, umieszczonych w dwu roztworach: o odczynie kwaśnym: pH 4,2 i alkalicznym: pH 7,5, i badanych przez 2 lata.

TABELA 11

Zestawienie wyników obrazujących pobieranie potasu przez kielki ziemniaków z Zakopanego i Górki Narodowej

Doświadczenie w roku:	Odmiana (ród)	Zakopane pH roztworu		Górka Narodowa pH roztworu	
		4,2	7,5	4,2	7,5
1955	„Olsztyńskie”	0,132	0,271	0,231	0,306
	Ród 50	0,132	0,283	0,191	0,310
	Ród 44	0,194	0,255	0,259	0,312
1956	„Olsztyńskie”	0,157	0,252	0,223	0,333
	Ród 50	0,110	0,239	0,260	0,273
	Ród 44	0,178	0,270	0,224	0,293
Średnie (dla miejscowości)		0,206		0,268	
Średnie z roztworu o pH 4,2—0,191 ; o pH 7,5—0,283					

Analiza zmienności

Zmienność	L. st. swobody	Suma kwadratów	Przeciętna zmienność
Lat	1	0,000170	0,000170 S_1
Odmian	2	0,002201	0,001100 S_2
Miejscowości	1	0,022940	0,022940 S_3
Odczynu roztworu	1	0,050968	0,050968 S_4
Współdziałanie			
Lat z odmianami	2	0,000430	0,000215 S_5
Lat z miejscowościami	1	0,000141	0,000141 S_6
Lat z odczynem roztworu	1	0,000438	0,000438 S_7
Odmian z miejscowościami	2	0,000602	0,000301 S_8
Odmian z odczynem roztworu	2	0,001648	0,000824 S_9
Miejscowości z odczynem roztw.	1	0,002171	0,002171 S_{10}
Nieścisłości	9	0,006007	0,000667 S_{11}

$$\frac{S_{10}}{S_{11}} = 3,25 \quad F_{(P=0,90)} = 3,36$$

$$\frac{S_3}{S_{11}} = 34,39 \quad \frac{S_4}{S_{11}} = 76,41 \quad F_{(P=0,999)} = 22,86$$

Kielki ziemniaków pochodzących z Zakopanego pobrały średnio 0,206 mg K, a z Górki Narodowej 0,268 mg K. Różnica wynosząca 0,062 mg jest istotna przy współczynniku ufności powyżej 0,999. Jeszcze silniej zaznaczył się wpływ odczynu pożywki; z roztworu kwaśnego, kielki ziemniaków pobrały średnio 0,191 mg K, z alkalicznego natomiast 0,283 mg K, a więc o około 50% więcej. Zaznaczyło się pewne współdziałanie pochodzenia z odczynem roztworu; ziemniaki z Zakopanego nieco silniej reagowały na zmianę odczynu roztworu (różnica 0,111 mg) niż z Górki Narodowej (różnica 0,078 mg). Prawdopodobieństwo istotności tego współdziałania wynosi jednak mniej niż 0,90, wynikające z niego wnioski trzeba traktować raczej jako orientacyjne.

TABELA 12

Zestawienie wyników obrazujących pobieranie fosforu przez kielki ziemniaków z Zakopanego i Górki Narodowej

Doświadczenie w roku	Odmiana (ród)	Zakopane pH roztworu		Górka Narodowa pH roztworu	
		4,2	7,5	4,2	7,5
1955	„Olsztyńskie”	0,230	0,195	0,333	0,279
	Ród 50	0,246	0,231	0,258	0,248
	Ród 44	0,140	0,179	0,252	0,212
1956	„Olsztyńskie”	0,242	0,192	0,275	0,264
	Ród 50	0,152	0,201	0,361	0,227
	Ród 44	0,284	0,220	0,283	0,272
Średnie (dla miejscowości)		0,209		0,272	
Średnie z roztworu kwaśnego: 0,255; alkalicz.: 0,277					

Analiza zmienności.

Zmienność	L. st. swobody	Suma kwadratów	Przeciętna zmienność	
Lat	1	0,001108	0,001108	S_1
Odmian	2	0,001668	0,000834	S_2
Miejscowości	1	0,023466	0,023466	S_3
Odczynu roztworu	1	0,004715	0,004715	S_4
Współdziałanie				
Lat z odmianami	2	0,009146	0,004573	S_5
Lat z miejscowościami	1	0,000134	0,000134	S_6
Lat z odczynem roztworu	1	0,000457	0,000457	S_7
Odmian z miejscowościami	2	0,000706	0,000353	S_8
Odmian z odczynem roztworu	2	0,000332	0,000166	S_9
Miejscowości z odczynem roztw.	1	0,001390	0,001390	S_{10}
Współdziałanie wyższego rzędu	9	0,017613	0,001957	S_{11}

$$S_{12} = \frac{0,017613 + 0,00139 + 0,000706 + 0,000134}{9 + 1 + 2 + 1} = 0,001526 \quad (13 \text{ stopni swobody})$$

$$\frac{S_3}{S_{12}} = 15,38 \quad F_{(P=0,99)} = 9,07$$

$$S_{13} = \frac{0,017613 + 0,00139 + 0,000332 + 0,000457}{9 + 1 + 2 + 1} = 0,001522 \quad (13 \text{ stopni swobody})$$

$$\frac{S_4}{S_{13}} = 3,10 \quad F_{(P=0,90)} = 3,14$$

Silnie zaznaczył się też wpływ pochodzenia na pobieranie fosforu: kielki ziemniaków z Zakopanego pobrały średnio 0,209 mg a z Górki Narodowej 0,272 mg fosforu: natomiast wpływ odczynu roztworu był słabszy: więcej o 0,028 mg fosforu pobrały kielki ziemniaków z roztworu kwaśnego. Prawdopodobieństwo istotności tej różnicy wynosi nieco mniej niż 0,90.

ZESTAWIENIE WYNIKÓW

1. Kielki ziemniaków odmiany: „Olsztyńskie”, „Epoka”, ród 50 i 44 uprawianych dłużej niż rok na słabo alkalicznej glebie pod Krakowem (Górka Narodowa) silniej alkalizowały w ciągu 5 dni roztwór kwaśny 0,0017 m KH_2PO_4 o pH = 4,2 niż kielki ziemniaków tych samych odmian pochodzących z kwaśnych gleb górskich (Zakopane) i słabo zakwaszonych gleb Pomorza (Zamarte). Odmienne zachował się jedynie ród 44 nie wykazując charakterystycznych opisanych zmian pH środowiska.

2. Stopień alkalizowania roztworu kwaśnego był przy tym zależny nie

tylko od środowiska, z którego pochodziły ziemniaki, ale i od stopnia degeneracji rośliny. Doświadczenie z odmianą „Dar”, której przebadano bulwy opalone silnie przez wirus Y oraz bulwy zdrowe, uprawiane w tych samych warunkach w Górze Narodowej pod Krakowem, wykazują, że na zmiany pH roztworu miał wpływ stan zdrowotny ziemniaków. Ziemniaki silnie porażone wirusem Y pod postacią mozaiki pomarszczonej, w porównaniu z ziemniakami zdrowymi silniej alkalizowały roztwór kwaśny, a słabiej zakwaszały roztwór zasadowy. Różnica ta była jednak mniejsza niż w wypadku, gdy zdegenerowane rośliny pochodziły z różnych środowisk glebowych.

3. Pobieranie potasu i fosforu przez ziemniaki było zależne w naszych doświadczeniach od pH zewnętrznego roztworu. Słabiej pobierały potas ziemniaki z roztworu kwaśnego 0,0017 m KH_2PO_4 , intensywniej z zasadowego. Pobieranie potasu wzrastało zatem ze wzrostem pH zewnętrznego roztworu jak to zostało wykazane przez H o a g l a n d a i B r o y e r a (1940) na przykładzie odciętych korzeni jęczmienia.

Fosfor pobierany był przez ziemniaki na ogół słabiej z roztworów kwaśnych, a silniej z zasadowych, niemniej jednak przeprowadzona analiza zmienności (tab. 12) nie wykazała, że różnice te są istotne.

4. Kielki ziemniaków uprawianych pod Krakowem, będących w silnym stadium degeneracji, wywołanej chorobami wirusowymi, pobierały z roztworu 0,0017 m KH_2PO_4 więcej potasu aniżeli te same odmiany uprawiane w rejonach górskich i na Pomorzu, słabiej opalone chorobami wirusowymi. Różnice te szczególnie wyraźnie zaznaczyły się w wypadkach alkalicznych roztworów o $\text{pH} = 7,5$ (7,65).

5. Ziemniaki odmiany „Dar” wykazujące silne objawy mozaiki pomarszczonej, w porównaniu ze zdrowymi ziemniakami tej samej odmiany, uprawiane pod Krakowem od 1954 r., intensywniej pobierały potas. Różnice w pobieraniu potasu między ziemniakami zdrowymi a chorymi z roztworów alkalicznych są bardzo wyraźne, natomiast z roztworów kwaśnych nieznaczne.

6. Różnice w pobieraniu fosforu między ziemniakami uprawianymi w górach i pod Krakowem nie zaznaczyły się tak wyraźnie jak w wypadku potasu, ale i tu obserwujemy wzrost w pobieraniu fosforu przez zdegenerowane ziemniaki uprawiane pod Krakowem, w porównaniu z ziemniakami uprawianymi w górach oraz na Pomorzu.

7. Ziemniaki odmiany „Dar” opalone wirusem Y silniej pobierały fosfor niż ziemniaki zdrowe.

8. Odmiana „Epoka” hodowana stale na Pomorzu (Zamarte), będąca w uprawie od 1954 r. pod Krakowem, nie wykazująca objawów chorób wirusowych, wykazała w 2 roku uprawy pod Krakowem również wyraźne różnice w pobieraniu potasu, zależnie od środowiska: kielki pochodzące z ziem-

niaków uprawianych pod Krakowem pobierały potas silniej niż odpowiednie pomorskie.

9. Na podstawie otrzymanych wyników należy stwierdzić, że na intensywniejsze alkalizowanie kwaśnego roztworu 0,005 n KH_2PO_4 oraz na silniejsze pobieranie potasu, szczególnie z roztworu zasadowego u przebadanych 5 odmian ziemniaków miał wpływ ich stan zdrowotny, ale w wyższym może jeszcze stopniu warunki środowiska, w jakich ziemniaki te wzrastały.

Katedra Botaniki WSR

w Krakowie

Kier. prof. dr A. Kozłowska

(Wpłynęło dn. 7.I.1959 r.)

SUMMARY

The sprouts were obtained from the tubers of potatoes planted in sterilized sand in boxes. After being cut of they were put in 80 ml 0.005 n KH_2PO_4 for five days. In one instance the solution KH_2PO_4 was alkalized by 0.1 n NaOH into pH 7.5 (7.65), and in another it was acidified by 0.1 n HCl into pH 4.20 (4.35).

After five days the plants were removed from solutions and the pH and the quantity of potassium and phosphorus were determined in the remaining liquid.

For three years the experiments were carried out with the sprouts of potatoes of five varieties i.e. „Dar” (Gift), „Epoka” (Epoch), „Olsztyńskie” (from Olsztyn), „stock 50” and „stock 44”, cultivated for many years at Zamarte in Pomerania, on the lowlands at Górka Narodowa near Cracow, and the uplands at Zakopane. The results obtained are as follows:

1. The sprouts of potatoes of the varieties: „Olsztyńskie”, „stock 50” and „stock 44” cultivated for more than one year on the weakly alkalized soil near Cracow (Górka Narodowa) in five days alkalized more intensively the acid solution of 0.0017 m KH_2PO_4 with a pH = 4.2 than the sprouts of same varieties grown on acid highland soils (Zakopane) and weakly acidified soils of Pomerania (Zamarte). Only „stock 44” behaved differently not showing the described characteristic changes of pH of the environment.

2. The degree of alkalization of the acid solution depended not only on the environment from which the potatoes came but also on the degree of degeneration of the plant. Experiments with tubers of the variety „Dar” which were strongly attacked by virus Y and healthy tubers when cultivated in the same conditions at Górka Narodowa near Cracow both show that the state of health of potatoes has an influence on changes in the pH

of the solution. Potatoes strongly attacked by virus Y in the form of potato crinkle when compared to healthy potatoes alkalized the acid solution much more strongly and acidified the alkaline solution more weakly. The difference was not so great, however, as when degenerated plants were from different soil environments.

3. The absorption of potassium and phosphorus by potatoes in our experiments depended on the pH of the outer solution. Potatoes absorbed potassium less intensively from acid solution of $0.0017\text{ m KH}_2\text{PO}_4$ and more intensively from an alkaline one. The absorption of potassium increased with the increase in the pH of the outer solution, as was shown by H o a g l a n d and B r o y e r (1940) on the excised of cut off barley roots.

In general phosphorus was absorbed by potatoes less intensively from acid solutions and more intensively from alkaline solutions.

4. Sprouts of potatoes cultivated near Cracow, that were in a state of strong degeneration caused by virus diseases, absorbed from $0.0017\text{ m KH}_2\text{PO}_4$ solution more potassium than the same varieties cultivated in mountain areas and in Pomerania, less attacked by virus diseases. The differences were especially distinct in the case of alkaline solutions with $\text{pH} = 7.5$ (7.65).

5. Potatoes of the variety „Dar” show strong symptoms of potato crinkle compared with healthy potatoes of the same variety when cultivated near Cracow from 1954 they absorbed potassium more intensively. The differences between healthy and diseased potatoes in absorption of potassium from alkaline solutions are very distinct, though they are slight in absorption from acid solution.

6. The differences in absorption of phosphorus between potatoes cultivated in the mountain areas and near Cracow were not so distinctive as in the case of potassium absorption, but here also may be observed an increase in the absorption of phosphorus by degenerated potatoes cultivated near Cracow compared with potatoes cultivated in the mountain areas.

7. Potatoes of the variety „Dar” affected by virus Y absorbed phosphorus more intensively than healthy potatoes.

8. The variety „Epoka” grown continuously in Pomerania (Zamarte), when cultivated from 1954 near Cracow, with no symptoms of virus disease, showed in the second year of cultivation, similarly as diseased potatoes, less intensive but nevertheless distinct differences in absorption of potassium depending on the environment: sprouts from potatoes cultivated near Cracow absorbed potassium more intensively than corresponding ones from Pomerania.

9. On the basis of the results obtained it should be emphasized that the state of health of potatoes in the five varieties investigated had an influence

on the more intensive alkalization of acid 0.0057 m KH_2PO_4 solution and a more intensive absorption of potassium, especially from alkaline solution, but the environment conditions of cultivation has an even greater influence.

I should like to express my thanks to Professor A. K o z ł o w s k a for suggesting the theme and for her valuable help in the course of writing the paper.

LITERATURA

1. Arrhenius O., 1926, Kalkfrage, Bodenreaktion und Pflanzenwachstum, Leipzig.
2. Arnon D.I., W.E. Fratzke, C.M. Johnson, 1942, Hydrogen ion concentration in relation to absorption of inorganic nutrients by higher plants, *Plant Physiol.* 17: 515—524.
3. Barnes W.C., 1944, Effect of soil acidity and some minor elements on the growth of Irish Cobbler potatoes in South Carolina, *Proc. Amer. Soc. hort. Sci.* 44: 379—380 (abstract).
4. Chaminade R., 1942, Observations sur la composition minerale du tubercule de pomme de terre, *Ann. Agronom.* 12: 45.
5. Daszewski A.V., 1900, Der Einfluss des Wassers und der Düngung auf die Zusammensetzung der Asche der Kartoffelpflanze, Diss. Göttingen.
6. Fiske C., Subbarow Y., 1929, *J. Biol. Chem.* 81: 629.
7. Hagen C.E., Hopkins H.T., 1955, Ionic species in orthophosphate absorption by barley roots, *Plant Physiol.* 30: 193—199.
8. Hoagland D.R., Broyer T.C., 1940, Hydrogen ion effects and the accumulation of salt by barley roots as influenced by metabolism, *Amer. Jour. Bot.* 27: 173—185.
9. Honert T.H. van den, 1937, Over eigenschappen van plantenwortels, welke een rol spelen bij de opname van voedingszouten, *Natuurk. Tijdschr. v. Nederl.—Ind.* 97: 150—162.
10. Kozłowska A., 1934, The influence of plants on the concentration of hydrogen ions in the medium, *J. Ecology* 22 (2).
11. Kozłowska A., 1936, Absorption of phosphorus by plants in relation to the concentration of hydrogen ions in the medium, *Protoplasma* 27 (1).
12. Kozłowska A., 1957, Wpływ czynników klimatycznych na rozwój chorób wirusowych ziemniaka, *Roczniki Nauk Rolniczych* 78 D.
13. Mueller E., 1935, Die Phosphatasebestimmung in kleine Serummengen. Hoppe Seyler's — Zeitschrift für physiologische Chemie 237—35.
14. Schrader D., 1933, Über den Minerastoffgehalt deutscher Futtermittel und seine Beeinflussung durch Sorten und Herkunft. Ergebnisse an Kartoffeln, Runkel-Kohl- und Wasserrüben, *Arch. Tierernährung u. Tierzucht* 9, 524.
15. Small J., 1946, pH in Plants. London and New York.
16. Smith O., 1937, Effect of soil reaction on growth, yield and marked quality of potatoes, *Bull. Cornell agric. Exp. Sta.* 664: 21.
17. Stiles W., 1927, The absorption of Salts by Storage Tissues. *Ann. Botany* 38: 617—633.
18. Uehla V., 1928, Die Regulation der Wasserstoff-Ionen-Konzentration durch Sukkulanten-Gewebe, *Protoplasma* 3: 469 Leipzig.
19. Tokorski J., 1954, Zagadnienie naturalnej klasyfikacji gleb, *Roczn. Glebozn.* 3: 57—105.