

ANNA GŁUSKA

Zakład Agronomii Ziemniaka

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Oddział Jadwisin

Pomiary ubytku masy odciętych liści ziemniaka jako metoda pośredniej oceny różnic odmianowych w efektywności działania aparatów szparkowych

Measurements of leaf weight losses as a method of assessment of differences in stomatal efficiency of potato genotypes

W latach 1988–1995 prowadzono na 44 odmianach ziemniaka pomiary ubytków wody z odciętych liści. Określano ubytki masy liści w ciągu pierwszej i drugiej godziny po odcięciu z rośliny oraz stosunek obu tych wielkości jako wskaźnik sprawności aparatów szparkowych (W). Ubytki masy liści i wskaźnik (W) były największe przy pomiarach porannych i zmniejszały się istotnie w ciągu dnia. Wartości te były również istotnie zależne od wilgotności i temperatury powietrza. Stwierdzono wysoce istotne zróżnicowanie odmian pod względem badanych parametrów. Metoda ta może być przydatna do pośredniej oceny genotypów ziemniaka pod względem zdolności do obrony przed utratą wody z tkanek.

Słowa kluczowe: efektywność szparek, metoda, odmiany, ziemniak

Measurements of weight losses of leaves cut off from plants of 44 potato cultivars were carried out in 1988–1995. Leaves were sampled at 7.00, 12.00 and 17.00 and weighted 3 times: just after cutting than 1 and 2 hours after cutting. Leaf weight losses 1 and 2 hours after cutting and index W being the proportion of these two values were assessed. Leaf weight losses and index W were the highest in the morning and decrease during the day. Significant influence of humidity and temperature of air was also observed. There were found a highly significant differences among cultivars for all parameters measured. The method seems to be quite good for stomatal efficiency assessment to compare genotypes for their defence ability against water losses from tissue.

Key words: cultivars, method, potato, stomatal efficiency

WSTĘP

Reakcja roślin ziemniaka na okresowe niedobory wody jest cechą bardzo ważną gospodarczo, a uzyskanie genotypów o zwiększonej tolerancji na niedobór wody jest ważnym celem hodowców nowych odmian. Jednak nie sprecyzowano dotychczas konkretnych cech i wskaźników określających jednoznacznie tolerancję genotypu.

Ponadto, aby takie wskaźniki mogły być wykorzystane przez hodowców odmian, powinny opierać się na łatwych technicznie pomiarach, możliwych do wykonania na bardzo dużej liczbie roślin. Monti (1987) wskazuje, że w hodowli zawsze lepiej skorzystać z prostych metod oceny na dużej liczbie roślin, nawet jeżeli popełnia się pewien procent błędów, niż ograniczać liczbę testowanych roślin. Błędy można eliminować w kolejnych etapach selekcji, a duże populacje zapewniają większe bogactwo genetyczne.

Cecha tolerancji suszy jest pomijana przez hodowców bądź oceniana w oparciu o wynik plonowania w różnych warunkach środowiska, czyli metodą pracochłonną, wymagającą wielopunktowych, wieloletnich doświadczeń, np. w hodowli holenderskiej, (Parlevliet, 1987).

Vos (1987) stwierdza, że cecha tolerancji niedoboru wody jest skomplikowana, a obserwacje i pomiary roślin w warunkach kontrolowanych wymagają testowania wielu aspektów. Cechą rośliny najczęściej ocenianą w kontekście tolerancji na suszę jest funkcjonowanie aparatów szparkowych liści, jako mechanizmu adaptacji rośliny do zmiennych warunków wilgotnościowych środowiska. Z jednej strony pełne otwarcie szparek sprzyja intensywnej fotosyntezie i produkcji suchej masy, z drugiej jednak powoduje duże ubytki wody. W wielu ośrodkach prowadzi się ściśle doświadczenia, analizujące fizjologię procesu reakcji aparatów szparkowych na zmianę warunków środowiska (Levy, 1983; Levy i in., 1989; Dwelle i in., 1981 a, 1981 b; Bansal i Nagarajan, 1987). Z badań tych jednak nadal nie wynikają klarowne zależności, które mogłyby zaowocować prostą, praktyczną metodą oceny tolerancji genotypów i ich zróżnicowania pod względem tej cechy.

Zhi-Yong-Peng (1990) analizując różne cechy odmian ziemniaka związane z tolerancją na suszę, w tym parametry szparek, testował również tempo spadku masy odciętych liści jako prawdopodobny kompleksowy wskaźnik funkcjonowania szparek. Na podobnej hipotezie oparliśmy nasze badania rozpoczynając je w połowie lat osiemdziesiątych. Podjęliśmy analizę tempa spadku masy odciętych liści u różnych genotypów. Po wstępnych zachęcających wynikach, podjęliśmy w 1988 roku analizy na dużej liczbie odmian rosnących w tych samych warunkach środowiska. Zakładaliśmy, że skoro istnieje zróżnicowanie genotypów pod względem tolerancji niedoboru wody, to powinno się ono ujawnić w postaci różnic w wielkości ubytków wody z liści i tempa zmian tych ubytków.

Celem naszej pracy było przeprowadzenie badań wieloletnich, w różnych warunkach temperatury i wilgotności, aby uzyskać wyniki, które umożliwiłyby:

- stwierdzenie, czy wyniki pomiarów ubytku masy odciętych liści wykazują układ spójny i logicznie zbieżny z wiedzą o funkcjonowaniu aparatów szparkowych liści, aby można przyjąć te pomiary jako kompleksowy wskaźnik funkcjonowania szparek,
- dopracowanie metody,
- scharakteryzowanie odmian.

MATERIAŁ I METODY

W latach 1988–1995 w Instytucie Ziemniaka, Oddział w Jadwisinie, przeprowadzono pomiary na kolekcji odmian ziemniaka, rocznie badając 31–46 odmian (tab. 1).

Do niniejszego opracowania włączono 44 odmiany, które były badane przez co najmniej 4 lata. Badano następujące odmiany (w nawiasach podano liczbę lat badań):

Aster (5), Arkadia (4), Atol (7), Bliza (5), Bogna (6), Bóbr (4), Brda (6), Bronka (7), Bryza (5), Bzura (6), Ceza (8), Cisa (7), Darga (5), Drop (5), Duet (6), Elba (7), Elida (7), Ekra (4), Fala (7), Fauna (7), Fregata (8), Frezja (4), Heban (8), Ibis (8), Irga (8), Irys (6), Jagna (7), Jagoda (8), Kolia (5), Koral (8), Kos (5), Lawina (4), Lena (4), Lotos (6), Malwa (7), Mila (7), Orlik (6), Perkoz (5), Pilica (4), San (7), Sokół (7), Stobrawa (6), Tarpan (7), Uran (5).

Liczba dni pomiarowych w roku wynosiła 4–5. Opracowanie obejmuje wyniki pomiarów z 36 dni, w każdym z nich wykonywano 3 cykle pomiarowe na liściach zebranych o różnych porach dnia. Kolekcję odmian prowadzono na glebie o składzie mechanicznym piasku słabogliniastego lekkiego z użyciem sadzeniaków w stopniu SE, przy zastosowaniu standardowej agrotechniki.

Metodyka pomiarów

Z poletka odmianowego liczącego 100 roślin pobierano jednorazowo 3 całe liście złożone, z piętra środkowego, z trzech losowo wybranych roślin. Liście odcinano z roślin ostrym skalpelem, a miejsce cięcia na ogonku liściowym pokrywano klejem w celu zabezpieczenia liści przed utratą wody bezpośrednio z otwartych wiązek przewodzących. Pobrane liście natychmiast ważono na wadze z dokładnością do 0,1 grama a następnie rozkładano w pomieszczeniu o umiarkowanym oświetleniu, zwrócone dolną stroną blaszek liściowych do góry. Liście ponownie ważono po upływie jednej i dwóch godzin od pobrania z roślin. W każdym dniu pomiarowym wykonywano 3 cykle pomiarów na liściach pobranych o różnych porach dnia: o godzinach 7, 12 i 17.

Pomiary tempa ubytku masy odciętych liści prowadzono na przełomie czerwca i lipca. Pomiary temperatury i wilgotności powietrza prowadzone były w stacji meteorologicznej położonej w odległości ok. 200 m od pola doświadczalnego. W pomieszczeniu, gdzie wykonywano pomiary zainstalowany był termohigrograf dla pomiaru temperatury i wilgotności powietrza.

Obliczenia

Obliczano procentowy ubytek masy liści w próbie (złożonej z 3 liści) w stosunku do masy wyjściowej próby określonej tuż po odcięciu od rośliny, w ciągu pierwszej i drugiej godziny pomiaru, a także ubytek sumaryczny, który nastąpił w ciągu tych dwóch godzin.

Z danych tych obliczano następnie proporcję: ubytek masy liści w pierwszej godzinie pomiaru do ubytku masy liści w ciągu drugiej godziny pomiaru. Wielkość tę traktowano jako wskaźnik (W) tempa zmniejszania ubytków wody z liści, mogący ewentualnie świadczyć o efektywności pracy aparatów szparkowych.

W każdym roku badań przeprowadzano analizę wariancji uzyskanych wyników, traktując dni pomiarowe jako powtórzenia (tab. 1).

Tabela 1

Material badawczy i wyniki analizy wariancji wyników w latach badań
Materials and results of variance analyses in years of tests

Rok badań Year	Liczba dni pomiar. Number of days	Liczba badanych odmian Number of cultivars	Istotność wpływu czynników Significance of factors			
			odmiana cultivar		pora dnia part of the day	
			istotność significance	NIR LSD	istotność significance	NIR LSD
1988	5	31	xx	2,19	xx	0,30
1989	5	35	xx	1,01	xx	0,30
1990	5	37	xx	1,46	xx	0,41
1991	5	41	xx	0,99	xx	0,27
1992	4	46	xx	1,08	xx	0,28
1993	4	38	xx	1,65	xx	0,46
1994	4	40	xx	1,40	xx	0,64
1995	4	41	x	0,79	xx	0,24

Według testu F Snedecora: x = P 0,05 xx = P 0,01

According to F Snedecor test: x = P 0,05 xx = P 0,01

Badania prowadzono przez 8 lat, aby uzyskać możliwość określenia zmienności w latach i wpływu pogody w czasie pomiarów na badane parametry i ewentualnie na zróżnicowanie odmian. Warunki pogody w dniach pomiarów przedstawiono w tabeli 2.

Po zakończeniu 8-letniego cyklu badawczego przeprowadzono końcową analizę uzyskanych wyników w następujący sposób:

— sklasyfikowano cykle pomiarowe w oparciu o notowania temperatury i wilgotności powietrza w czasie pomiarów na 4 typy pogody:

- gorąco, sucho
- średnio ciepło, sucho
- średnio ciepło, wilgotno
- chłodno, wilgotno.

Za podstawę przyjęto notowania pobliskiej stacji meteorologicznej (tab. 2). W pomieszczeniu, gdzie umieszczono badane liście, wilgotność względna powietrza utrzymywała się na poziomie zbliżonym do panującej na zewnątrz, a temperatura powietrza była tylko nieznacznie niższa.

Przy klasyfikacji przyjęto następujące kryteria: temperatura powietrza: większa niż 25° C — gorąco, 18–25° C — średnio ciepło, mniejsza niż 8° C — chłodno; wilgotność względna powietrza: większa niż 65% — wilgotno, mniejsza niż 65% — sucho.

Wykonano analizy wariancji dla:

- wielkości ubytku masy liści w ciągu pierwszej godziny po odcięciu z rośliny — a,
- wielkości ubytku masy liści w ciągu drugiej godziny od odcięcia z rośliny —b,
- wielkości wskaźnika $W = a:b$.

Analizy wariancji przeprowadzono w układzie 3-czynnikowym z powtórzeniami. I czynnik: odmiana (44), II czynnik: pora dnia (3), III czynnik: typ pogody (4), powtórzenia: cykle pomiarów wykonane w podobnych warunkach pogody.

Badane odmiany podzielono pod względem badanych cech na trzy istotnie różniące się grupy przez wyznaczanie górnej granicy wartości cechy istotnie mniejszej i dolnej granicy

cechy o wartości istotnie większej przy pomocy programu komputerowego opracowanego w Instytucie Ziemiaka przez L. Zgórskiego, wg metody opisanej w cyklu prac Zarzyńskiej (1999 a, 1999 b).

Tabela 2

Warunki pogody w dniach pomiaru (1988–1995)
Weather conditions in the days of measurements (1988–1995)

Typ pogody Weather type	Data Date	Temperatura powietrza °C Air temperature °C					Opad (mm) Rainfall (mm)	Wilgotność względna powietrza % Relative air humidity %			
		2 ⁰⁰	8 ⁰⁰	14 ⁰⁰	20 ⁰⁰	Średnia Mean		2 ⁰⁰	8 ⁰⁰	14 ⁰⁰	20 ⁰⁰
3	20.VI.88	11,8	15,7	22,3	18,6	17,1	bez opadu*	86	60	36	62
4	23.VI.88	14,2	13,3	17,6	14,4	14,9	0,6	90	91	76	80
4	27.VI.88	13,3	17,4	24,2	19,8	18,7	1,9	93	82	56	89
4	4.VII.88	17,0	19,1	22,1	23,1	20,3	bez opadu*	86	86	69	59
1	7.VII.88	16,4	17,4	25,2	22,5	20,4	2,2	90	89	39	62
4	16.VI.89	85	10,4	11,8	11,2	10,5	4,6	94	88	80	96
4	20.VI.89	9,5	13,1	17,1	13,2	13,2	2,5	91	88	74	94
2	23.VI.89	15,6	16,4	24,2	20,4	19,2	6,1	94	93	61	83
1	27.VI.89	15,9	20,0	26,0	23,6	21,4	bez opadu *	69	65	43	50
3	30.VI.89	14,6	15,8	22,8	18,8	18,0	bez opadu*	94	83	45	66
1	28.VI.90	17,8	21,1	28,9	24,2	23,0	0,5	63	60	36	61
4	3.VII.90	15,6	15,5	18,4	18,3	17,0	bez opadu*	82	85	66	66
4	6.VII.90	17,9	17,0	18,4	13,8	16,8	4,2	75	69	69	97
4	10.VII.90	15,7	15,8	17,6	17,4	16,6	bez opadu*	91	89	82	73
3	13.VII.90	13,5	16,1	20,5	18,7	17,2	bez opadu*	86	65	49	45
4	25.VI.91	15,5	13,8	16,5	17,9	15,9	śląd**	93	95	73	65
4	27.VI.91	19,2	19,0	22,6	20,0	20,2	6,3	92	76	53	74
3	2.VII.91	10,8	16,9	24,4	21,0	18,3	bez opadu*	92	71	34	52
1	4.VII.91	19,3	18,2	27,7	24,4	22,4	śląd**	85	89	60	45
1	9.VII.91	18,3	25,1	31,5	27,3	25,6	bez opadu*	90	60	33	51
1	29.VI.92	16,3	20,3	27,2	24,3	22,0	bez opadu *	62	57	30	42
1	30.VI.92	17,6	20,0	28,1	22,6	22,1	bez opadu*	60	58	30	52
1	2.VII.92	20,1	21,6	30,9	22,8	23,8	4,0	55	61	25	60
4	6.VII.92	15,9	14,4	16,9	16,5	15,9	3,3	50	63	83	89
4	25.VI.93	9,8	10,1	13,5	11,8	11,3	0,7	80	93	62	75
4	28.VI.93	11,9	11,0	15,8	15,1	13,4	1,6	93	94	67	84
2	30.VI.93	9,7	11,6	19,2	14,7	13,8	bez opadu*	91	91	57	79
3	2.VII.93	11,4	17,6	22,6	21,8	18,3	bez opadu*	82	63	38	48
3	4.VII.94	14,6	17,9	24,9	24,2	20,4	bez opadu *	78	66	35	50
3	6.VII.94	13,7	17,8	24,7	22,9	19,7	bez opadu*	78	70	42	42
4	8.VII.94	16,7	16,1	18,0	14,2	16,2	19,9	73	98	69	84
1	11.VII.94	15,7	18,8	27,3	23,6	21,4	bez opadu*	97	73	39	66
3	29.VI.95	10,1	13,8	24,0	23,6	17,9	bez opadu*	91	77	50	61
1	3.VII.95	13,0	18,5	27,2	24,0	20,7	0,2	75	65	54	59
4	5.VII.95	11,8	13,8	16,6	16,5	14,7	bez opadu*	81	77	57	55
3	7.VII.95	14,4	17,6	25,0	22,6	19,9	bez opadu*	66	67	39	57

* — Bez opadu

* — Lack of rainfall

** — Śląd

** — Trace

WYNIKI

Coroczne analizy wariancji wykazały wysoce istotny wpływ pory dnia na wielkość ubytków masy odciętych liści: największe ubytki notowano w liściach pobranych o

godzinie 7 rano, mniejsze u liści pobranych o 12⁰⁰ w południe, jeszcze mniejsze u liści pobranych o 17⁰⁰ po południu. Stwierdzano również istotne różnice między odmianami w wielkości ubytków masy liści i wskaźnika (W).

Analiza wyników wielolecia 1988–1995 potwierdziła te zależności oraz wykazała dodatkowe (tab. 3).

Tabela 3

Wyniki syntetycznej analizy wariancji wyników uzyskanych w latach 1988–1995 dla 44 odmian
Synthetic variance analyse for 44 cultivars in 1988–1995

Badany parametr Parameter	Odmiana Cultivar		Pora dnia The time of day		Typ pogody Weather type		Współdziałanie pora dnia x typ pogody Interaction among time of day x weather type	
	istotność significance	NIR LSD	istotność significance	NIR LSD	istotność significance	NIR LSD	istotność significance	NIR LSD
Ubytek masy liści w 1 h pomiaru (%) Leaf weight loss after 1 h	xx	0,70	xx	0,18	xx	0,21	xx	0,37
Ubytek masy liści w 2 h pomiaru % Leaf weight loss, after 2 h	xx	0,46	xx	0,12	x	0,14	x	0,24
Wskaźnik W 1 h / 2 h Index W 1 h / 2 h	xx	0,34	xx	0,09	xx	0,10	xx	0,18

Istotność wg testu F. Snedecora: xx = P 0,01

According to F. Snedecor test: xx = P 0.01

Stwierdzono wysoce istotny wpływ pory dnia na wielkość ubytków masy odciętych liści wyrażony w procentach ich masy wyjściowej określonej tuż po odcięciu z rośliny. Zarówno ubytki mierzone w ciągu pierwszej, jak i drugiej godzinie były największe przy pomiarach porannych, istotnie mniejsze przy pomiarach w południe, a najmniejsze przy pomiarach popołudniowych (tab. 4). Oznacza to, że wcześniej rano otwarcie szparek było największe i zmniejszało się w ciągu dnia. Wartość wskaźnika (W) była największa (czyli bardziej korzystna) rano i w południe, a zmniejszała się istotnie po południu. Oznacza to, że rano i w południe szeroko otwarte szparki szybciej były zamykane. Przy popołudniowych pomiarach otwarcie szparek było mniejsze, ale też ich zamykanie wolniejsze.

Stwierdzono wysoce istotny wpływ typu pogody na wielkość ubytków masy odciętych liści i na wielkość wskaźnika (W). Największe ubytki zarówno w ciągu pierwszej (I), jak i w drugiej (II) godzinie pomiaru notowano przy pogodzie chłodnej i wilgotnej, najmniejsze przy pogodzie gorącej i suchej (tab. 5). Wskaźnik (W) miał wartości niższe przy pogodzie suchej, gdzie ubytki wody z liści były mniejsze i zamykanie szparek wolniejsze.

Stwierdzono wysoce istotne zróżnicowanie testowanych odmian pod względem badanych parametrów, tj. ubytków masy liści w ciągu pierwszej i drugiej godziny po odcięciu z rośliny oraz pod względem wartości wskaźnika (W) obliczonego jako stosunek obu wartości. Badane odmiany podzielono na grupy istotnie różniące się wielkością tych parametrów (tab. 6–9). Analiza przynależności odmian do grup w poszczególnych parametrach sugeruje, że wielkość ubytków masy liści nie łączy się z wielkością wskaźnika

(W). W grupie odmian o największych ubytkach masy liści w czasie I godziny pomiaru przeważały wprawdzie odmiany o dużych wartościach wskaźnika (W), ale znalazły się tam również odmiany z grupy wartości średnich, a nawet małych. Wydaje się, że szerokość otwarcia szparek i tempo ich zamykania, to dwa oddzielne, niezależne mechanizmy, które w takich samych warunkach wykazują różnice u odmian w działaniu.

Tabela 4

Wpływ pory dnia, w której pobrano liście i typu pogody na wielkość ubytków masy liści i współczynnika (W). 1988–1995

The effect of sampling time and weather type on leaf weight losses and on index (W). 1988–1995

Czynnik różnicujący Influencing factor		Ubytek masy liści w 1 h % Leaf weight loss after 1 h %	Ubytek masy liści w 2 h % Leaf weight loss after 2 h %	Wskaźnik (W) 1 / 2 Index (W) 1/ 2
Pora dnia The time of day	pobranie liści o godz. 7. leaves sampling at 7 a.m.	5,94	3,40	1,75
	pobranie liści o godz. 12. leaves sampling at 12 a.m.	4,65	2,59	1,80
	pobranie liści o godz. 17. leaves sampling at 5 p.m.	3,30	2,18	1,51
	NIR	0,18	0,19	0,09
	LSD			
Typ pogody Weather type	gorąco, sucho hot, dry	4,13	2,47	1,67
	średnio-ciepło, sucho warm, dry	4,86	3,17	1,53
	średnio ciepło, wilgotno warm, humid	4,40	2,53	1,74
	chłodno, wilgotno cool, humid	5,13	2,13	1,88
	NIR	0,21	0,14	0,10
	LSD			

Tabela 5

Współdziałanie wpływu typu pogody i pory pobrania liści na wielkość ubytków masy liści i współczynnika (W). 1988–1995

The effect of weather type and sampling time on leaf weight losses and on index (W). 1988–1995

Typ pogody Weather type	Pora pobrania liści The time of leaves sampling	Ubytek masy liści w 1 h % Leaf weight loss after 1 h %	Ubytek masy liści w 2 h % Leaf weight loss after 2 h %	Wskaźnik (W) Index (W)
Gorąco/ hot Sucho/dry	7 ⁰⁰	5,45	2,80	1,95
	12 ⁰⁰	3,96	2,52	1,57
	17 ⁰⁰	2,97	2,10	1,41
Średnio ciepło/warm sucho / dry	7 ⁰⁰	6,21	4,55	1,36
	12 ⁰⁰	4,89	2,84	1,72
	17 ⁰⁰	3,49	2,10	1,66
Średnio ciepło/warm wilgotno / humid	7 ⁰⁰	5,80	2,85	2,03
	12 ⁰⁰	4,42	2,46	1,80
	17 ⁰⁰	2,98	2,28	1,31
chłodno/cool wilgotno/humid	7 ⁰⁰	6,29	3,39	1,86
	12 ⁰⁰	5,34	2,54	2,10
	17 ⁰⁰	3,76	2,27	1,66
NIR		0,37	0,24	0,18
LSD				

Tabela 6

Ubytki masy liści (%) w 1 godzinę po odcięciu z rośliny. Podział badanych odmian na grupy o istotnie różnych wielkościach ubytków. 1988–1995

Leaf weight losses (%) 1 hour after taking from plants. Cultivar groups with significantly different losses. 1988–1995

Najmniejsze ubytki masy liści The lowest losses		Średnie ubytki masy liści Middle losses		Największe ubytki masy liści The highest losses	
odmiana cultivar	%	odmiana cultivar	%	odmiana cultivar	%
Perkoz	3,76	Bogna	4,41	Lawina	4,97
Kos	3,92	Irga	4,42	Jagoda	4,98
Arkadia	3,99	Frezja	4,44	Stobrawa	5,00
Ekra	4,06	Elida	4,44	Ceza	5,00
Fauna	4,08	Drop	4,46	Jagna	5,02
Bóbr	4,18	Darga	4,48	Bzura	5,05
Lena	4,21	Kolia	4,52	Pilica	5,05
Koral	4,22	Bryza	4,54	Tarpan	5,16
Ibis	4,25	Orlik	4,55	Fala	5,19
Mila	4,25	Aster	4,57	Fregata	5,32
Cisa	4,25	Heban	4,62	Bronka	5,40
Uran	4,27	San	4,67	Sokół	6,18
Duet	4,31	Malwa	4,72		
		Brda	4,72		
		Atol	4,75		
		Lotos	4,78		
		Irys	4,83		
		Elba	4,87		
		Bliza	4,88		

Zakres ubytków średnich: 4,35–4,91

Range of middle losses: 4.35–4.91

Tabela 7

Ubytki masy liści (%) w 2 godziny po odcięciu z rośliny. Podział badanych odmian na grupy o istotnie różnych wielkościach ubytków. 1988–1995

Leaf weight losses (%) 2 hours after taking from plants. Cultivar groups with significantly different losses. 1988–1995

Najmniejsze ubytki masy liści The lowest losses		Średnie ubytki masy liści Middle losses		Największe ubytki masy liści The highest losses	
odmiana cultivar	%	odmiana cultivar	%	odmiana cultivar	%
Bóbr	2,28	Koral	2,60	Fregata	2,92
Kolia	2,30	Pilica	2,60	Aster	2,93
Elida	2,36	Lotos	2,62	Frezja	2,94
Darga	2,37	Irga	2,63	Orlik	2,94
Uran	2,39	Ekra	2,65	Drop	3,01
Bzura	2,41	San	2,67	Fala	3,04
Ibis	2,41	Atol	2,68	Stobrawa	3,07
Elba	2,49	Lawina	2,69	Malwa	3,07
Bogna	2,57	Tarpan	2,70	Bliza	3,09
Jagna	2,57	Kos	2,72	Sokół	3,16

c.d. Tabela 7

Najmniejsze ubytki masy liści The lowest losses		Średnie ubytki masy liści Middle losses		Największe ubytki masy liści The highest losses	
odmiana cultivar	%	odmiana cultivar	%	odmiana cultivar	%
Heban	2,57	Ceza	2,72	Brda	3,20
Mila	2,57	Duet	2,73	Bronka	3,22
Arkadia	2,57	Cisa	2,77		
Fauna	2,58	Jagoda	2,79		
		Lena	2,82		
		Bryza	2,82		
		Perkoz	2,82		
		Irys	2,84		

Zakres ubytków średnich: 2,58–2,87

Range of middle losses: 2.58–2.87

Tabela 8

Ubytki masy liści (%) w ciągu 2 godzin (I + II) po odcięciu z rośliny. Podział badanych odmian na grupy o istotnie różnych wielkościach ubytków. 1988–1995

Leaf weight losses (%) during 2 hours (I h + II h) after sampling from plants. Cultivar groups with significantly different losses. 1988–1995

Najmniejsze ubytki masy liści The lowest losses		Średnie ubytki masy liści Middle losses		Największe ubytki masy liści The highest losses	
odmiana cultivar	%	odmiana cultivar	%	odmiana cultivar	%
Bóbr	6,46	Cisa	7,02	Jagoda	7,77
Kolia	6,55	Lena	7,03	Malwa	7,79
Arkadia	6,56	Duet	7,04	Tarpan	7,86
Perkoz	6,58	Irga	7,05	Bliza	7,97
Kos	6,64	Heban	7,19	Brda	7,92
Fauna	6,66	San	7,34	Stobrawa	8,07
Ibis	6,66	Bryza	7,36	Fala	8,23
Uran	6,66	Elba	7,36	Fregata	8,24
Ekra	6,71	Frezja	7,38	Bronka	8,62
Elida	6,80	Lotos	7,40	Sokół	9,34
Koral	6,82	Bzura	7,46		
Mila	6,82	Drop	7,47		
Darga	6,85	Orlik	7,49		
Bogna	6,98	Aster	7,50		
		Jagna	7,59		
		Pilica	7,65		
		Lawina	7,66		
		Irys	7,67		
		Ceza	7,72		

Zakres ubytków średnich: 7,00–7,75

Range of middle losses: 7.00–7.75

Tabela 9

Wskaźnik (W) i podział badanych odmian na grupy o istotnie różnych jego wartościach. W = ubytek w 1 godzinie/ubytek w 2 godzinie. 1988–1995
Index (W) and cultivar groups with significantly different (W) values. 1988–1995. W = leaf weight loss after 1 h/leaf weight loss after 2 h

Najwyższy wskaźnik (W) The highest index (W)		Średni wskaźnik (W) Middle index (W)		Najniższy wskaźnik (W) The lowest index (W)	
Odmiana Cultivar	W	Odmiana Cultivar	W	Odmiana Cultivar	W
Bzura	2,09	Heban	1,80	Duet	1,58
Elba	1,96	Uran	1,79	Fauna	1,58
Sokół	1,96	Jagoda	1,78	Bliza	1,58
Kolia	1,96	Atol	1,77	Aster	1,56
Jagna	1,95	Ibis	1,76	Arkadia	1,55
Pilica	1,94	San	1,75	Orlik	1,55
Tarpan	1,91	Bogna	1,72	Malwa	1,54
Darga	1,89	Fala	1,71	Ekra	1,53
Elida	1,88	Irys	1,70	Cisa	1,53
Lawina	1,85	Bronka	1,68	Frezja	1,51
Ceza	1,84	Irga	1,68	Lena	1,49
Bóbr	1,83	Mila	1,65	Drop	1,48
Fregata	1,82	Stobrawa	1,63	Brda	1,48
Lotos	1,82	Koral	1,62	Kos	1,44
		Bryza	1,61	Perkoz	1,33

Zakres wartości średnich wskaźnika (W): 1,81–1,60

Range of middle index (W) values: 1.81–1.60

DYSKUSJA

Wysoce istotne zróżnicowanie badanych odmian pod względem wielkości ubytków masy odciętych liści w ciągu pierwszej i drugiej godziny od pobrania z rośliny, a także wskaźnika (W) będącego stosunkiem obu tych wielkości, zostało udowodnione zarówno w analizach corocznych, jak i w analizie wyników 8-letnich. Można przyjąć, że przeprowadzone pomiary były dobrym wskaźnikiem zróżnicowanej u odmian efektywności aparatów szparkowych liści, które w takich samych warunkach powodowały różne ubytki wody z tkanek liści.

Potwierdza to wnioski innych autorów, którzy stwierdzali istnienie różnic odmianowych w pracy szparek na podstawie skomplikowanych i bardzo precyzyjnych pomiarów pracy aparatów szparkowych (Dwelle i in., 1981; Levy 1983; Levy i in., 1989; Bansal, Nagarajan, 1987).

Zhi-Yong Peng (1990), oprócz bezpośrednich pomiarów przewodności szparek na liściach ziemniaka, określał również straty masy liści odciętych od rośliny. Pobierał po jednym liściu z odmiany, w ciągu doby doprowadzał je do stanu maksymalnego turgoru, po czym pozostawiał je do swobodnego parowania. Pomiary były prowadzone przez 4 godziny, podczas których prowadzono ważenie liści i rejestrację wyników w odstępach kilkuminutowych i na ich podstawie wykreślano krzywe ubytku masy liścia, określane jako transpiracja epidermalna (epidermal transpiration). Autor nie stwierdził istotnych różnic w przebiegu tych krzywych wśród badanych 24 genotypów, co określił jako wynik nieoczekiwany, bo pozostałe pomiary wskazywały na zróżnicowanie tych genotypów.

Można przypuszczać, że w cytowanych badaniach różnice nie ujawniły się z dwu powodów: małej reprezentatywności materiału (1 pomiar na 1 liściu) i z powodu bardzo wysokiej zawartości wody w badanych liściach w chwili rozpoczęcia pomiaru (maksymalny turgor), co mogło powodować zbyt wolne narastanie różnic.

W naszych badaniach punktem wyjścia był taki stan uwodnienia liści, jaki odmiana utrzymywała w danych warunkach środowiska w danym czasie, a więc prawdopodobnie już zróżnicowany u odmian. Ubytki masy liści obserwowane w czasie 2 godzin pomiaru mogły być z tego powodu bardziej u odmian zróżnicowane.

Wpływ pory dnia na przewodność szparek, a przez to na wielkość i tempo ubytków wody z liści jest znany z prac wielu autorów (Dwelle i in., 1981; van Loon, 1981; Wilcox, Ashley, 1982) i opinie są zgodne odnośnie istnienia cyklu zmian dobowych. W prezentowanym materiale stwierdzono, że ubytki wody z odciętych liści były największe rano i zmniejszały się przy kolejnych pomiarach (południowym i popołudniowym). Różnice były wyraźne zwłaszcza w pierwszej godzinie pomiaru, choć układ wyników był podobny również przy ubytkach w czasie drugiej godziny pomiaru. Wskaźnik (W) także zmieniał się istotnie w zależności od pory dnia. Największą wartość wskaźnika (W) (sugerującą szybkie zmniejszanie ubytku wody) notowano przy pomiarze południowym i porannym, najmniejszą zaś przy pomiarze popołudniowym. Taki układ wyników jest zgodny z dobowym rytmem pracy szparek, co pozwala sądzić, że badane parametry odzwierciedlały rzeczywiście pracę aparatów szparkowych.

Analiza wariancji wykazała istotny wpływ typu pogody na wielkość ubytków masy liści, czego również można oczekiwać. Największe ubytki masy liści zanotowano przy pogodzie „chłodnej i wilgotnej”, a najmniejsze przy pogodzie „gorącej i suchej”, co również potwierdza hipotezę, że pomiar odzwierciedlał stan otwarcia szparek.

Wskaźnik (W) różnił się istotnie przy typie pogody „suchej” w porównaniu do typu pogody „wilgotnej”, co sugeruje większy wpływ wilgotności powietrza niż temperatury na ten parametr. Wskazuje to na szybsze zamykanie szparek przy pogodzie „suchej” w porównaniu z „wilgotną”, co również jest wynikiem, którego należało oczekiwać.

Na podstawie analizy prezentowanych wyników można uznać parametry, które były mierzone za rzeczywiste odzwierciedlenie pracy aparatów szparkowych liści, mechanizmu gospodarującego wodą zawartą w tkankach liścia.

Prezentowaną metodę można uznać za satysfakcjonującą, a przy tym (choć wymaga staranności) dość łatwą, aby mogła być przydatna do oceny dużej liczby genotypów równocześnie, np. w pracach hodowlanych.

WNIOSKI

1. Pomiary ubytku masy odciętych liści prowadzone wg opisanej metodyki pozwalają określić zróżnicowanie badanych genotypów pod względem tempa utraty wody z tkanek, co może być pośrednim wskaźnikiem stopnia otwarcia szparek i ich efektywności rozumianej jako szybkość reakcji chroniącej uwodnienie tkanek.
2. Metoda jest nieskomplikowana technicznie i przy sprawnej organizacji pracy zespołu wykonującego pomiary umożliwia prowadzenie oceny dużej liczby genotypów.

3. Ewentualne modyfikacje metody mogą iść w kierunku:
- wykonywania jednego pomiaru dziennie o stałej porze,
 - powtarzania pomiarów w dniach o zróżnicowanej pogodzie i w warunkach zróżnicowanej wilgotności gleby.

LITERATURA

- Bansal K. C., Nagarajan S. 1987. Reduction of leaf growth by water stress and its recovery in relation to transpiration and stomatal conductance in some potato (*Solanum tuberosum* L.) genotypes. *Potato Res.* 30: 497 — 506.
- Dwelle R. B., Kleinkopf G. E., Steinhorst R. K., Pavek J. J., Hurley P. J. 1981 a. The influence of physiological processes on tuber yield of potato clones (*Solanum tuberosum* L.): Stomatal diffusive resistance, stomatal conductance, gross photosynthetic rate, leaf canopy, tissue nutrient levels, and tuber enzyme activities. *Potato Res.* 24: 33 — 47.
- Dwelle R. B., Kleinkopf G. E., Pavek J. J. 1981. Stomatal conductance and gross photosynthesis of potato (*Solanum tuberosum* L.) as influenced by irradiance, temperature and growth stage. *Potato Res.* 24: 49 — 59.
- Levy D. 1983. Varietal differences in the response of potatoes to repeated short periods of water stress in hot climates. I. Turgor maintenance and stomatal behaviour. *Potato Res.* 26: 303 — 313.
- Levy D., Pehu E., Veilleux R. E. 1989. Variability of diffusive leaf resistance and transpiration rates of various potato genotypes and its possible contribution to water economy. *Potato Res.* 32: 275 — 282.
- Loon van C. D. 1981. The effect of water stress on potato growth, development and yield. *Am. Potato J.* 58: 51 — 69.
- Monti L. M. 1987. Breeding plants for drought resistance: the problem and its relevance. In: *Drought resistance in plants — physiological and genetic aspects*. L. Monti, E. Porceddu (eds.) Napoli: 1 — 8.
- Parlevliet J. E. 1987. Strategies for breeding for tolerance to abiotic stress factors that occur heterogenous in time and space such as drought. In: *Drought resistance in plants — physiological and genetic aspects*. Monti, E. Porceddu (eds.) Napoli.
- Vos J. 1987. Drought and the possibilities for improvement of potato yields. In: *Drought resistance in plants — physiological and genetic aspects*. L. Monti, E. Porceddu (eds.) Napoli : 151 — 163.
- Wicox D. A., Ashley R. A. 1982. The potential use of plant physiological responses to water stress as an indication of varietal sensitivity to drought in four potato (*Solanum tuberosum* L.) varieties. *Am. Potato J.* 59: 533 — 545.
- Zarzyńska K. 1999 a. Wartości wskaźników charakteryzujących stan fizjologiczny bulw i rozwój rośliny ziemniaka. Cz. I. Okres spoczynku bulw. *Biul. IHAR.* 209: 111 — 123.
- Zarzyńska K. 1999 b. Wartości wskaźników charakteryzujących stan fizjologiczny bulw i rozwój rośliny ziemniaka. Cz. II. Okres inkubacji bulw. *Biul. IHAR.* 212: 125 — 139.
- Zhi-Yong Peng. 1990. Physiological basis of genotype differences in drought tolerance in potato. Ph. d. thesis of the Univ. of Dundee.