

GAZOMETRYCZNE POMIARY PRZESTRZENI MIĘDZYKOMÓRKOWYCH
LIŚCI I DEFICYTU WODNEGO U ODMIAN ZIEMNIAKA BACA I OSA

Lucyna Czernik

Instytut Ziemniaka, Zakład Uprawy, Nawożenia
i Mechanizacji w Jadwisinie

Woda bierze bezpośredni udział w wielu przemianach biochemicznych. Od stopnia uwodnienia tkanek zależy większość procesów fizjologicznych. Bilans wodny rośliny może ulegać dużym wahaniom. Wahania te są wynikiem niezrównoważonego procesu pobierania i transpiracji. Jednym z najlepszych wskaźników bilansu wodnego rośliny jest deficyt wodny. Wyraża on absolutną ilość wody, której brakuje roślinie do maksymalnego nasycenia.

Stocker [4] wyrażał niedobór wodny liścia w procentach w stosunku do maksymalnej zawartości wody w tkance. Według Stockera:

$$Dw = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \cdot 100\%$$

Dw - deficyt wodny,

W_1 - maksymalna zawartość wody,

W_2 - zawartość wody aktualna.

Metoda ta wykazuje jednak szereg niedociągnięć. Jednym z nich jest długi okres nasycania (24-72 h) oraz tzw. „błąd wzrostowy” liści młodych, czyli ilość wody pobrana do wzrostu tkanki a wliczana do deficytu wodnego. Nadto podczas długiego nasycania badana tkanka oddycha, przez co traci część swej suchej masy. W innych pracach starano się skrócić czas potrzebny do pełnego nasycenia tkanki bądź przez wtłaczanie wody do naczyń liścia [3], bądź też przez zmniejszenie powierzchni

badanej próby [1, 5]. Jednak w dalszym ciągu pozostawał nie rozwiązany problem „błędu wzrostowego” oraz możliwość infiltracji pływających dysków.

Niedociągnięcia te częściowo lub całkowicie usuwa technika nasycania dysków na gąbce poliuretanowej [1]. W metodzie tej pełny turgor osiągnąć jest w przeciągu 3 godzin, co w dużym stopniu obniża błąd wzrostowy, nie eliminuje jednak straty suchej masy, wynikającej z oddychania. Metodą, która umożliwia uniknięcie tych błędów, jest metoda ekstrapolacyjna. Wykorzystano tu fakt, że w przebiegu krzywych nasycenia tkanki można ustalić dwie fazy pobierania wody. Wyrównanie istniejącego deficytu zachodzi podczas początkowego szybkiego pobierania wody. W fazie drugiej znacznie wolniejsze jej pobieranie związane jest ze wzrostem tkanki. Catsky [1], oznaczając deficyt wodny młodych rosnących tkanek, stosował metodę dysków z arytmetyczną ekstrapolacją krzywych nasycenia.

Wydaje się, że najbardziej zadowalającą metodą oznaczania deficytu wodnego jest metoda gazometryczna Czerskiego [2]. Zastosowanie tej metody pozwoliło na jednoczesne oznaczanie dla tego samego liścia objętości przestrzeni międzykomórkowych oraz niedoboru wody w stosunku do pełnego nasycenia. W porównaniu z innymi metodami wykazuje ona szereg dodatnich cech:

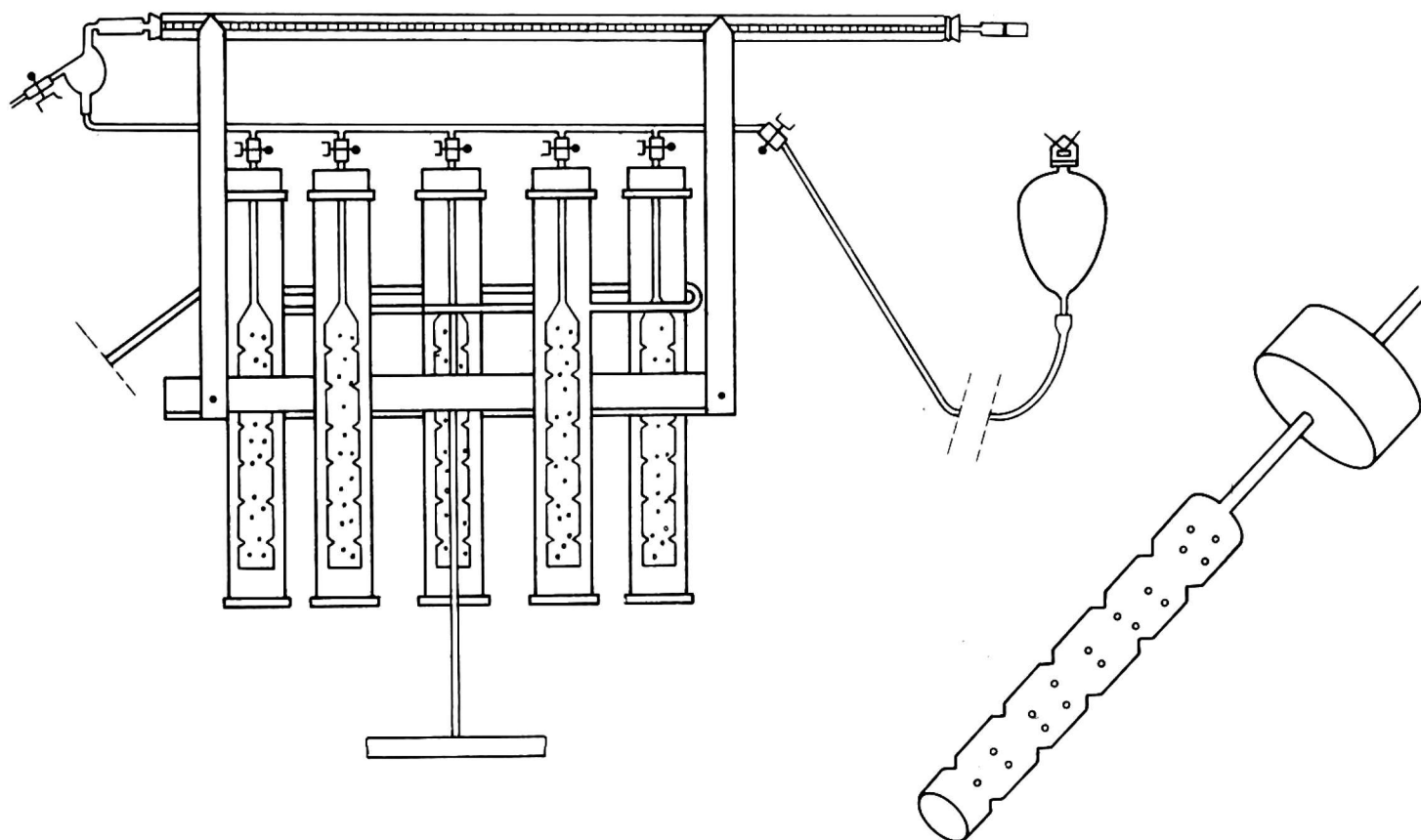
- a) eliminuje „błąd wzrostowy”, ponieważ maksymalne nasycenie osiągnięte jest już w przeciągu kilku minut,
- b) krótki okres pomiaru znosi błąd powstający na skutek oddychania,
- c) pominięty jest tu także błąd wynikający z możliwości infiltracji tkanki, ponieważ w metodzie gazometrycznej infiltracja stanowi zasadę pomiaru deficytu wodnego.

CEL I METODA BADAŃ

Celem pracy było ustalenie różnic w budowie i rozmiarze deficytu wodnego liści dwóch odmian ziemniaka różniących się reakcją w stosunku do układu warunków wilgotnościowych w czasie wegetacji. Badania przeprowadzono w Instytucie Ziemniaka ONB Jadwisin w latach 1975-1977 w doświadczeniu wazonowym i polowym na dwóch odmianach ziemniaka: Baga i Osa (Baga - odmiana tolerancyjna, Osa - wrażliwa). Pomiar wielkości przestrzeni międzykomórkowych i deficytu wodnego przeprowadzono na liściach górnych i dolnych, rosnących w warunkach nawadniania: 0, 20 i 40 mm.

Liście odmiany Baca posiadały grubszą i bardziej mięsistą blaszkę niż u odmiany Osa. Powierzchnia liści u odmiany Baca była gładka z połyskiem, natomiast u odmiany Osa lekko pomarszczona i matowa, co związane jest z grubością kutikuli pokrywającej epidermę liścia. Pomiary deficytu wodnego liści prowadzono metodą Czerskiego.

Zasada działania aparatu polega na wytworzeniu próżni w naczyniach ekstrakcyjnych i pomiarze wyekstrahowanego z przestrzeni międzykomórkowych gazów w odpowiednio wyskalowanej kapilarze. Aparat (rys. 1) zbu-



Rys. 1. Schemat aparatury do pomiaru deficytu wodnego

dowany jest z 10 naczyń ekstrakcyjnych, ustawionych po 5 w dwóch równoległych rzędach. Naczynia połączone są ze sobą oraz z kapilarą ze zbiornikiem wodnym przy pomocy węża gumowego. Każdy ekstraktor zbudowany jest z pojemnika zewnętrznego (wykonanego z rur pleks) oraz osadzonego w nim na gumowym korku szklanego cylindra. Zwężona górna część cylindra połączona jest z kapilarą. Zbiornik wodny służy do wypełnienia naczyń ekstrakcyjnych i łączących je rurek z wodą oraz umożliwia przesuwanie gazów do wyskalowanej kapilary.

Przed wykonaniem pomiaru aparat wypełniony wodą odpowietrzano przez 20 minut. Następnie badane liście (uprzednio zważone) wkładano

do szklanych cylindrów, a ekstraktory podłączono do pompy próżniowej. Ekstrakcja gazu z przestrzeni międzykomórkowych liści trwała 2 minuty. Z chwilą wyrównania ciśnienia wewnątrz aparatu z ciśnieniem atmosferycznym, gdy następowała infiltracja liści, wyparty gaz przesuwano do kapilary i mierzono jego objętość. Następnie liście wyjmowano, osuszano i ważono, a potem suszono w temperaturze 105° celem oznaczenia suchej masy. Zasada pomiaru deficytu wodnego metodą gazometryczną oparta jest na stwierdzeniu, że w przypadku liści będących w stanie pełnego turgoru ilość wody wnikająca do tkanki powinna być równa objętości wyekstrahowanego gazu z przestrzeni międzykomórkowych. W liściach wykazujących pewien deficyt wodny ilość wody wnikająca w czasie infiltracji jest większa od objętości usuniętego gazu o wartość równą wielkości niedoboru wodnego badanej tkanki.

Deficyt wodny liści wyliczono według równania analogicznego do równania Stockera:

$$Dw = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \cdot 100\%$$

- $W_1 = m_2 - v_g - s_m$ - maksymalna zawartość wody,
 $W_2 = m_1 - s_m$ - aktualna zawartość wody,
 m_1 - masa liścia aktualna,
 m_2 - masa liścia po infiltracji,
 s_m - sucha masa liścia,
 v_g - objętość wyekstrahowanego gazu.

W wyliczeniach przyjmuje się uproszczenie, że $1 \text{ cm}^3 \text{ H}_2\text{O} = 1 \text{ g H}_2\text{O}$, bez uwzględniania poprawki na temperaturę. Wielkość przestrzeni międzykomórkowych liści obliczono z ilości wyekstrahowanego gazu według wzoru:

$$V = \frac{V_g \cdot 1000}{m_2 - V_g}$$

- V_g - objętość wyekstrahowanego gazu,
 m_2 - masa liścia po infiltracji.

Wielkość przestrzeni międzykomórkowych wyrażono w mm^3 na 1 g świeżej masy liścia będącego w pełnym turgorze.

OMÓWIENIE WYNIKÓW

Badane odmiany różniły się wielkością przestrzeni międzykomórkowych i deficytem wodnym zarówno w piętrze liściowym górnym, jak i środkowym (tab. 1 i 2). Większe przestrzenie międzykomórkowe oraz wyższy deficyt wodny liści stwierdzono u odmiany Osa. U obu badanych odmian w środkowym piętrze liści wielkość przestrzeni międzykomórkowych nieznacznie wzrastała, natomiast deficyt wodny wyraźnie spadał - tabela 3.

T a b e l a 1

Wybrane pomiary wielkości przestrzeni międzykomórkowych liści i deficytu wodnego, oznaczone metodą gazometryczną Czerskiego u odmiany Baca

Aktualna masa liścia w mg m_1	Masa liścia po infiltracji w mg m_2	V_g w mm	Sucha masa liścia w mg s.m.	Wielkość przestrz. międzykom. w $mm^3/1 g$ tkanki	Deficyt wodny w %
Piętro liściowe górne					
316	490	76	40	184	26
450	708	108	52	180	27
338	552	90	42	195	29
562	820	140	74	205	20
Piętro liściowe środkowe					
342	468	76	46	194	13
506	694	124	62	218	13
380	530	86	52	194	16
402	520	76	50	172	11

Przeprowadzone pomiary wielkości przestrzeni międzykomórkowych liści oraz deficytu wodnego rano i po południu wykazały silną reakcję rośliny na obniżoną zawartość wody w glebie. Stwierdzono zmniejszenie wielkości przestrzeni międzykomórkowych liści przy wzrastającym deficycie wodnym. Silniejsza reakcja wystąpiła u odmiany Osa - wrażliwej na niedobory wody w glebie. Przeprowadzone pomiary wielkości przes-

T a b e l a 2

Wybrane pomiary wielkości przestrzeni międzykomórkowych liści i deficytu wodnego oznaczone metodą gazometryczną Czernskiego u odmiany Osa

Aktualna masa liścia w mg m_1	Masa liścia po infiltracji w mg m_2	V_g w mm^3	Sucha masa liścia w mg s.m.	Wielkość przestrz. międzykom. w $mm^3/1 g$ tkanki	Deficyt wodny w %
Piętro liściowe górne					
352	554	106	52	237	24
274	556	92	56	212	42
484	818	152	74	228	31
334	526	106	48	252	23
Piętro liściowe środkowe					
226	350	68	38	241	23
254	366	66	38	220	17
324	470	108	52	298	12
284	400	86	50	274	11

T a b e l a 3

Pomiary wielkości przestrzeni międzykomórkowych liści oraz deficytu wodnego u odmian Baca i Osa rano i po południu

Odmiana	Wielkość przestrzeni międzykomórkowych w $mm^3/1 g$ tkanki w pełnym turgorze	Deficyt wodny w %
Pomiar ranny - liście środkowe		
Baca	210	6
Osa	258	10
Pomiar popołudniowy - liście środkowe		
Baca	170	12
Osa	186	24

trzeni międzykomórkowych liści i deficytu wodnego w warunkach nie nawadnianych oraz w warunkach nawadniania (20 mm, 40 mm) wykazały (tab. 4), że wraz ze wzrostem ilości wody w glebie deficyt wody szybciej

T a b e l a 4

Zróżnicowanie wielkości przestrzeni międzykomórkowych liści i deficytu wodnego w warunkach interwencyjnego nawadniania

Odmiana	Wielkość przestrzeni międzykomórkowych liści w mm ³ /1 g tkanki w pełnym turgorze		Deficyt wodny w %		
	liście górne	liście środkowe	0	20 mm	40 mm
Baca	195	210	23	20	14
Osa	240	260	24	16	9

spadał w liściach odmiany Osa niż Baca. Należy przypuszczać, że odmiana Osa szybciej traci turgor i szybciej powraca do stanu pełnego turgoru tkanek w warunkach wilgotnościowych korzystnych do wzrostu i rozwoju w porównaniu z odmianą Baca. Pomiar wielkości przestrzeni międzykomórkowych nie wykazały zasadniczych różnic wraz ze wzrostem ilości wody w glebie.

PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Zaobserwowano zróżnicowanie wielkości przestrzeni międzykomórkowych u liści szczytowych i środkowych. Liście szczytowe o charakterze kserycznym posiadają przestwory międzykomórkowe mniejsze aniżeli liście środkowe, niezależnie od ilości wody w glebie.

Wyrazem kserycznego charakteru liści szczytowych jest ich mniejsza maksymalna pojemność wodna aniżeli liści środkowych oraz mniejsza zmienność wielkości przestrzeni międzykomórkowych, wywołana różnym stanem ich uwodnienia.

Stwierdzono zmiany wielkości przestrzeni międzykomórkowych liści, wywołane pogłębiającym się deficytem wodnym.

1. Odmiana Baca tolerancyjna na niedobory wody w glebie charakteryzowała się następującymi cechami:

- a) mniejszą objętością przestrzeni międzykomórkowych liści,
- b) mniejszym deficytem wodnym liści górnych i środkowych,

c) wolniejszym przechodzeniem ze stanu wodnego deficytu do turgoru w warunkach nawadniania.

2. Odmiana Osa wrażliwa na niedobory wody w glebie charakteryzowała się następującymi cechami:

- a) większą objętością przestrzeni międzykomórkowych liści,
- b) większym deficytem wodnym liści górnych i środkowych,
- c) szybszym przechodzeniem ze stanu deficytu wodnego do turgoru w warunkach nawadniania.

LITERATURA

1. Catsky J.: Water stress in plants. Proc. Symp. Praha 1963, 1965, 203-208.
2. Czernski J.: Gazometryczne metody pomiaru deficytu wodnego w liściach. Biol. Plant. 10, 1968, 275-283.
3. Kramer P.J.: Plant and soil water relationships. McGraw-Hill, New York, 1949.
4. Stocker O.: Die Dürresistenz. Handbuch der Pflanzenphysiologie 3, 696-741, Red. W. Ruhland, Springer-Verlag, Berlin, Göttingen, Heidelberg, 1956.
5. Strebeyko P., Bacławska-Krzemińska Z., Jarecka M., Wróblewska H.: Wpływ deficytu wodnego i procesu fotosyntezy na plon u wybranych roślin, Hodowla Roślin, Aklimatyzacja i Nasiennictwo 17, 1973, 413-416.

Л. Черник

ГАЗОМЕТРИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ МЕЖКЛЕТОЧНОГО ПРОСТРАНСТВА ЛИСТЬЕВ И ВОДНОГО РЕЖИМА У СОРТОВ КАРТОФЕЛЯ БАЦА И ОСА

Р е з ю м е

На основе разработанного газометрического метода обозначения объема межклеточного пространства растительных тканей и водного дефицита в 1975-1977 г.г. начата была работа по установлению разниц в строении и размерах водного режима листьев двух сортов картофеля (Баца и Оса) отличающихся реакцией по отношению к системе условий влажности во время вегетации. Измерения объемов межклеточного пространства произведены на листьях верхних и расположенных по середине растения, растущих в неорошаемых условиях, а измерения водного дефи-

цита произведены в условиях орошения: 20 мм, 40 мм. Исследуемые сорта отличались размерами межклеточного пространства и водного дефицита как в верхнем, так и срединном листовых ярусах.

L. Czernik

GASOMETRIC METHOD OF VOLUME DETERMINATION OF INTERCELLULAR SPACE IN LEAVES AND WATER DEFICIT IN CULTIVARS BACA AND OSA

S u m m a r y

Basing on the gasometric method of the volume determination of the intercellular space in plant tissue and water deficit, the experiment was performed in the period 1975-1977 on the differences in structure and extent of water deficit in leaves of two cultivars (Baca and Osa). The cultivars under examination differ in their reaction to humidity conditions in the soil during vegetation period. Volume determination of intercellular space was performed on upper and middle leaves of non irrigated plants whereas determination of water deficit was performed under irrigation. The doses applied were: 20 mm, 40 mm. The cultivars under examination differed in the size of intercellular spaces, and water deficit both in upper and middle part of a plant.