

Instytut Fizyki UMCS

Zespół Biofizyki

Kierownik: doc. dr hab. Jadwiga Skiereczyńska

Jan SIELEWIESIUK, Anna PRZYGODZKA,
Jadwiga SKIERCZYŃSKA

Pomiary oporu podłużnego ścianki komórek *Characeae*

Измерения продольного сопротивления оболочки клеток *Characeae*

The Measurements of the Longitudinal Resistance of the Cell Wall of *Characeae*

Celem badań przedstawionych w tej pracy było określenie wartości oporu podłużnego ścianki komórkowej (R_w), tj. oporu, jaki prądowi elektrycznemu płynącemu wzdłuż ścianki komórkowej stawia odcinek komórki o długości 1 cm. Znajomość wartości R_w była konieczna do określenia błędu pomiaru oporu błony komórkowej metodą elektrod zewnętrznych [2]; oraz do analizy efektu zmian całkowitego oporu podłużnego komórki R_t [4].

Koncentracja KCl w ściance żywej komórki — jak wykazali Nagai i Kishimoto [1] — jest wyższa niż 10^{-1} N; opór właściwy czystej izolowanej ścianki umieszczonej w roztworach KCl o różnej koncentracji mierzył Tyree [5]. Wyniki obu tych prac nie dają jednak podstaw do określania wartości oporu podłużnego ścianki żywej komórki. W znanych nam z literatury pracach o pomiarach oporu podłużnego ścianki żywej komórki nadmienia jedynie Walker [6].

BADANY MATERIAŁ I METODA POMIARU

Badania przeprowadzono w grudniu 1971 r. i styczniu 1972 r. na międzywęzłowych komórkach *Nitellopsis obtusa* pochodzących z hodowli laboratoryjnej. Pomiary oporu podłużnego ścianki wykonywano dwiema różnymi metodami.

1. Metoda bocznikowania oporu ścianki niskooporową warstwą roztworu. Pomiar oporu ścianki polegał na mierzeniu napięcia między zbiornikami C_1 C_2 (ryc. 1) i określaniu wartości dwu oporów R_1 i R_2 , gdzie R_1 — opór odcinka komórki między zbiornikami C_1 C_2 przy napełnionych roztworem naczyniach zakreskowanych na

ryc. 1; R_2 — opór odcinka komórki między zbiornikami C_1 C_2 przy całkowicie osuszonym naczyniu środkowym B .

Jak widać z ryc. 2 całkowite opory R_1 i R_2 wyrażają się wzorami:

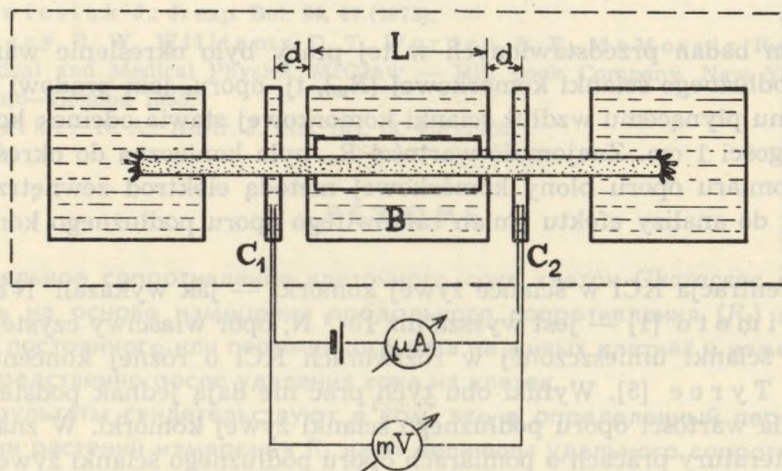
$$\frac{1}{R_1} = \frac{1}{R} + \frac{1}{2d R_w}$$

$$\frac{1}{R_2} = \frac{1}{R} + \frac{1}{L R_w}$$

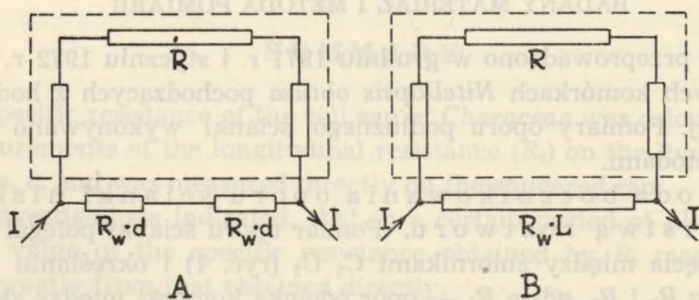
gdzie: d , L — odległości między zbiornikami oznaczone na ryc. 1, R_w — opór podłużny ścianki na odcinku komórki długości 1 cm, R — opór błony i wnętrza komórki.

Z powyższych wzorów otrzymujemy:

$$R_w = \frac{R_1 R_2}{R_2 - R_1} \frac{L - 2d}{2 L d}$$



Ryc. 1. Schemat komory używanej do pomiaru oporu podłużnego ścianki



Ryc. 2. Schematy oporowe badanego odcinka komórki

2. Metoda izolowanej ścianki. Komórkę umieszczano na szklanej płytce i przymocowywano taśmą klejową. Koniec komórki obcinano żyłką i stosując delikatne przetaczanie wzdłuż komórki szklanej bagietki wyciskano z komórki zawartość. Po usunięciu soku i protoplastu ściankę przenoszono na teflonową płytkę pomiarowego stolika, umieszczonego w naczyniu nasyconym parą wodną, i opór elektryczny mierzono metodą czterech elektrod. Metoda ta jest powszechnie stosowana do badań oporów półprzewodników i pozwala eliminować efekty kontaktowe. Pomiary przeprowadzono na zestawie przedstawionym w pracy Skierczyńskiej i współprac. [3] na ryc. 1 i używanym do mierzenia oporu właściwego soku komórkowego.

WYNIKI POMIARÓW

Pomiary przeprowadzono na 18 komórkach, w tym na 11 komórkach pomiary zostały wykonane obu metodami. Wartości oporów R_1 i R_2 zawarte były w granicach 500—1000 k Ω . Wyniki pomiarów zestawiono w tab. 1.

Tab. 1. Wartości oporu podłużnego ścianki komórkowej otrzymane metodą bocznikowania oporu ścianki warstwą roztworu (R_w) i metodą usuwania soku i protoplastu (R_w^*)

L.p.	l (cm)	d (cm)	R_w (M Ω /cm)	R_w^* (M Ω /cm)	L.p.	d (cm)	l (cm)	R_w (M Ω /cm)	R_w^* (M Ω /cm)
1	4,7	0,65	9,13	—	10	4,6	0,60	3,68	2,88
2	4,7	0,65	3,43	—	11	4,6	0,60	0,78	3,92
3	4,7	0,65	4,34	—	12	4,6	0,60	—	4,17
4	4,7	0,65	1,14	—	13	4,6	0,60	2,27	4,8
5	4,7	0,65	2,98	—	14	4,6	0,60	3,33	1,11
6	4,7	0,65	8,9	—	15	4,6	0,60	1,17	0,64
7	4,6	0,60	4,75	3,38	16	4,6	0,60	3,74	1,92
8	4,6	0,60	2,24	1,22	17	4,6	0,60	3,18	1,21
9	4,6	0,60	3,68	2,1	18	4,6	0,60	1,58	1,65

Średnia wartość oporu ścianki z pomiarów metodą bocznikowania tego oporu: $R_w \text{ śr} = 3,5 \text{ M}\Omega/\text{cm}$ (S. E. = 2,3 M Ω /cm); średnia wartość otrzymana metodą usuwania soku i protoplastu: $R_w \text{ śr}^* = 2,5 \text{ M}\Omega/\text{cm}$ (S.E. = 1,3 M Ω /cm).

PODSUMOWANIE WYNIKÓW

Otrzymane rozbieżności w średnich wartościach oporu podłużnego ścianki zawierają się w granicach błędu pomiarów. Zaokrąglając wyliczone wartości do liczb całkowitych, otrzymujemy opór ścianki równy $3 \text{ M}\Omega/\text{cm}$. Wartość ta dobrze zgadza się z podaną w pracy Walker'a [6] i wskazuje, że poprawkę na opór podłużny ścianki można pomijać, zarówno przy określaniu oporu błony komórkowej, jak i analizie efektu zmian całkowitego oporu podłużnego, ponieważ wynikający stąd błąd nie przekracza 10% mierzonych wielkości.

Z otrzymanej wartości oporu podłużnego można wyliczyć opór właściwy ścianki. Dla komórki o średnicy $0,04 \text{ cm}$ — przy założeniu, że grubość ścianki równa jest $10 \mu\text{m}$ — wynosi on $4 \cdot 10^2 \Omega\text{cm}$.

PIŚMIENNICTWO

1. Nagai R., Kishimoto U.: *Plant and Cell Physiol.* 5, 21 (1964).
2. Skierczyńska J., Żoźnierczuk R., Śpiewła E., Bulanda W., Przygodzka A.: *J. exp. Bot.* 23, 591 (1972).
3. Skierczyńska J., Siewiesiuk J., Przygodzka A., Wawrzyszuk M., Żoźnierczuk R.: *Ann. Univ. M. Curie-Skłodowska, Lublin, sectio AA*, 28 (1973).
4. Skierczyńska J., Śpiewła E., Bulanda W., Żoźnierczuk R., Siewiesiuk J.: *J. exp. Bot.* 24, 47 (1973).
5. Tyree M. T.: *Canad. J. Bot.* 46, 317 (1968).
6. Walker N. A.: *Austr. J. Biol. Sci.* 13, 468 (1960).

РЕЗЮМЕ

Приводятся результаты измерения продольного сопротивления клеточной оболочки, проведенные двумя различными методами. Полученное среднее значение этого сопротивления для клеток *Nitellopsis obtusa* равняется $3 \text{ M}\Omega/\text{cm}$.

SUMMARY

The investigations of the longitudinal resistance of the cell wall are presented. The measurements were made by two different methods. The mean value of the resistance of the cell wall obtained on *Nitellopsis obtusa* was equal to $3 \text{ M}\Omega/\text{cm}$.