Wydzielanie składników mineralnych przez zielone części roślin

On cuticular excretion of mineral salts by the green parts of plants.

TADEUSZ BOJARSKI *)

W S T Ę P

A r e n s (1934) opisał zjawisko tzw. kutikularnej ekskrecji. Polega ona na wydzielaniu na zewnątrz liścia soli mineralnych (wydzielanie związków organicznych stwierdzono w stopniu minimalnym) jako wynik spłókania liścia wodą, np. przez deszcz lub mgłę w warunkach naturalnych, lub też przez zanurzenie liścia w naczyniu z wodą — w warunkach laboratoryjnych. Autor wykazał, że jeżeli wybrać dwa zdrowe liście mniej więcej tego samego wieku z tej samej rośliny, z których jeden zanurzony był w wodzie przez kilka lub kilkanaście godzin, to po spaleniu zawartość popiołu w liściu płókanym jest mniejsza, niż w liściu nie poddanym temu zabiegowi. Następnie analiza potasu, wapnia i fosforu wykazała, że np. jon potasowy może być wydzielany w ilości dochodzącej do ca 50% przy kilkunastogodzinnym płókanu. Analizował on również rośliny uprawne rosnące na polu na zawartość składników popiołowych (A r e n s 1936) przed i po długotrwałych opadach atmosferycznych. Jeden z wyników przeliczony na cały okres wegetacyjny przytaczam poniżej:

Ilość buraków cukrowych na 1 ha			80.000
Sucha masa liści			1.675 kg
Popiół	307,8 kg	wydzielono	62,2 kg
K ₂ O	75,53 kg	„	38,58 kg
CaO	55,60 kg	„	5,26 kg

*) Autor w okresie wykonywania pracy był stypendystą Wydziału Nauki Min. Oświaty.

Widać, że w ciągu sezonu ca 20% popiołu zostaje przez rośliny wydzielone. L a u s b e r g (1935) potwierdziła na ogół wyniki A r e n s a pracując podobną metodą, jakkolwiek wprowadziła pewne modyfikacje techniczne. Pomijając automatyczne, a przez to równomierne spłókiwanie roślin mające na celu naśladowanie warunków naturalnych, do najważniejszych należy zaliczyć wykonywanie analiz wody użytej do płókania roślin, jak i przeprowadzenie pewnej choć nie dużej ilości doświadczeń z roślinami całymi, a nie tylko z odciętymi liśćmi. Stosunkowo znaczne ilości wydzielonych związków skłoniły autorkę do wyrażenia poglądu, że wydzielanie składników popiołowych nie może być tylko biernym procesem. Należy raczej oceniać je jako czynną regulację poziomu tych związków w roślinie związaną z jej procesami życiowymi.

Opisane zjawisko wydaje się o tyle ciekawe, że roślina zielona stanowi podstawowy układ żywy, zdolny do gromadzenia energii przez chłonięcie kwantów świetlnych, a więc będący niejako czynnikiem konstruktywnym. Z drugiej strony, na pewnych odcinkach swej życiowej działalności układ ten funkcjonowałby w sposób bardzo nieekonomiczny nie tylko ze względu na wydzielanie „z trudem” niekiedy zdobytych substancji mineralnych, lecz również ze względu na rozpraszanie w tym procesie pewnej ilości energii. Powtórne przebadanie powyższego zagadnienia miało jeszcze na celu ustalenie wpływu odcięcia liścia na przebieg procesu kutikularnej ekskrecji.

METODA.

Zawartość składników popiołowych liści oznaczałem przez spalenie materiału — wysuszonego w 105°C — w piecu elektrycznym i zważeniu pozostałości. Ewentualne ubytki tych składników wywołane działaniem wody na liść oznaczałem spalając równolegle próbki badane i kontrolne — niepoddane zwilżaniu, z różnicy otrzymywałem ubytki popiołu. Również w wielu wypadkach analizie poddawałem wodę użytą do płókania na obecność potasu, najbardziej ruchliwego jonu w roślinie. Stosowałem metodę z azotynem kobaltowym (K r a m e r & T i s d a l l 1921). Ostateczne miareczkowanie wykonywałem ze zmodyfikowanej mikrobiurety z zanurzoną kapilarą umożliwiającą odczytanie 1/50 ml. Do płókania we wszystkich doświadczeniach używałem wyłącznie dwukrotnie destylowanej wody. Naczynia ze szkła twardego marki „Pyrex”. Technika płókania zostanie podana przy opisie poszczególnych eksperymentów.

OPIS DOŚWIADCZEŃ.

Badania przeprowadzone przeze mnie na dość różnorodnym materiale roślinnym, przeważnie roślin dwuliściennych, można podzielić na dwie grupy:

A. doświadczenia z liśćmi odciętymi.

B. doświadczenia z liśćmi in situ.

W każdej grupie w zależności od czynnika podlegającego analizie możemy wyróżnić:

1. doświadczenia, w których ustalałem różnice zawartości popiołu pomiędzy roślinami płókanymi i niepłókanymi,

2. doświadczenia, gdzie analizowałem wodę użytą do płókania na zawartość potasu,

3. doświadczenia, gdzie łączyłem przypadek 1 i 2.

W powyżej naszkicowanej kolejności będę opisywał wyniki doświadczeń.

ad A). Doświadczenia z odciętymi liśćmi przeprowadziłem dla sprawdzenia wyników autorów niemieckich. Po trzy zdrowe nieuszkodzone liście danego gatunku umieszczałem na okres czasu od 5 do 10 h w zlewkach z wodą destylowaną (400 ml wody w każdej), w dobrze oświetlonym pokoju o temp. $+ 20^{\circ}\text{C}$. Po określonym czasie analizowałem liście płókanne i niepłókanne na zawartość popiołu. Wyniki przedstawione są w Tab. I.

Z tabeli tej wynika, że istotnie liście zanurzone w wodzie destylowanej tracą składniki popiołowe w ilości wahającej się od 2,5 do 15% ich ilości w suchej masie liścia.

Jeżeli z procentowych różnic zawartości popiołu ułożymy średnie wartości dla różnych roślin według A r e n s a i L a u s b e r g i zestawimy je ze średnimi wartościami Tab. I, to otrzymamy cyfry, które przedstawia Tab. II.

Dwa czynniki mogą tłumaczyć rozbieżności uwidocznione w Tab. II: po pierwsze różne gatunki roślin używanych przez różnych autorów, po drugie ilość użytej do płókania wody i czas płókania, szczególnie u A r e n s'a, gdzie prawdopodobnie na skutek braku tlenu liść zapewne nie mógł funkcjonować prawidłowo, przez co w tkance liściowej mogły wystąpić procesy destrukcyjne związane być może z zamieraniem komórek. Jest rzeczą znaną, że w moich doświadczeniach tylko *Juglans regia* wykazuje wartości większe od średnich wartości L a u s b e r g, jakkolwiek czas płókania był u mnie dwukrotnie dłuższy.

T A B E L A I.

Czas płókania 10 h, temp. 20° C.

Nazwa rośliny	Popiół w g na 1 g suchej masy		Różnica w zawart. popiołu	
	niepłókana	płókana	w g na 1 g suchej masy	w %
<i>Sambucus nigra</i>	0,067	0,078	—	—
	0,070	0,062	—	—
	0,078	0,063	—	—
średnio	0,072	0,068	0,004	5,6
<i>Juglans regia</i>	0,088	0,080	—	—
	0,088	0,066	—	—
	0,079	0,069	—	—
średnio	0,085	0,072	0,013	15,3
<i>Fraxinus excelsior</i>	0,081	0,086	—	—
	0,082	0,086	—	—
	0,091	0,077	—	—
średnio	0,085	0,083	0,002	2,4
<i>Acer campestre</i>	0,064	0,061	—	—
	0,068	0,063	—	—
	0,065	0,064	—	—
średnio	0,066	0,063	0,003	4,5

T A B E L A II.

Czas płókania	Średn. wart. różnic zawart. popiołu w %	A u t o r
25 h	27,89	Arens
5 h	13,83	Lausberg
10 h	6,9	średnie wart. Tab. I

Że istotnie w doświadczeniach moich miałem do czynienia ze zjawiskiem kutikularnej ekskrecji, przekonałem się z oznaczeń potasu w wodzie użytej do płókania. Dane odnoszące się do roślin, których różnice w zawartości popiołu przedstawione były w Tab. I, zebrane są w Tab. III.

T A B E L A III.

Ilość wydzielonego potasu w mg na 1 g suchej masy.

Liście odcięte od łądygi. Temp. 20° C.

Czas płókania	Nazwa rośliny	Ilość K w mg
10 godzin	<i>Fraxinus excelsior</i>	0,102
„	„ „	0,107
„	„ „	0,128
średnio	—	0,112
10 godzin	<i>Sambucus nigra</i>	0,237
„	„ „	0,131
„	„ „	0,226
średnio	—	0,198
10 godzin	<i>Juglans regia</i>	0,422
„	„ „	0,539
„	„ „	0,464
średnio	—	0,475
10 godzin	<i>Acer campestre</i>	0,379 *)
5 godzin	<i>Phaseolus vulg.</i>	0,565 *)

Z Tab. III wynika fakt, że liście odcięte i płókane w wodzie destylowanej wydzielają składniki mineralne na zewnątrz.

ad B). Ze względu na to, że liść oddzielony od rośliny nie można uważać za system fizjologicznie niezmieniony, drugą serię doświadczeń przeprowadziłem z liśćmi in situ.

Wstępne badania jakościowe, przeprowadzone na *Begonia semperflorens*, *Ficus elastica*, *Citrus limonum*, pozwoliły przypuszczać, że w tym wypadku sprawa wydzielania nabłonkowego ma inny charakter (przynajmniej ilościowy), niż w wypadku liści odciętych. Rośliny bowiem w doświadczeniach tych płókane około 5 h wydzieliły zaledwie tyle substancji mineralnych, że jedynie ślad żółtego osadu kobaltanu potasowo-sodowego dał się zauważyć w wypadku begonii. Roślina ta jednak wkrótce zamarła, z czego można wnosić, że musiały tu, z przyczyny złego zaopatrzenia w tlen wewnętrznej atmosfery liścia i nasiąknięcia przestworów międzykomórkowych, mieć miejsce rozpoczynające się zjawiska rozpadu tkanek. Należy zaznaczyć, że

*) Średnio z trzech doświadczeń.

zarówno begonia jak i *Ficus* były roślinami, które w pracach autorów niemieckich odznaczały się szczególną intensywnością procesów kutikularnej ekskrecji.

Powyższe fakty skłaniały mnie do postawienia takiego założenia, któreby z jednej strony uwzględniało faktyczny ubytek składników mineralnych w liściu, jako skutek zanurzenia go w wodzie, z drugiej zaś było w zgodzie ze stwierdzeniem niewydzielania tych składników do wody na zewnątrz liścia. Przyjąłem jako hipotezę, że podczas płókania liści *in situ* zawartość składników popiołowych liścia ulega obniżeniu, lecz nie dzięki wydzielaniu ich na zewnątrz tj. kutikularnej ekskrecji, a dzięki zjawisku translokacji, tj. odprowadzaniu ich do innej części rośliny np. korzenia. W przypadku liści odciętych nie zachodzi możliwość translokacji, ze względu na przerwanie systemu przewodzącego rośliny.

Celem potwierdzenia lub zaprzeczenia założeniom teoretycznym, wykonałem doświadczenia ilościowe z owsem i kukurydzą w następujący sposób: około 50 roślin dwutygodniowego owsa traktowanych jako całość, hodowanych na gazie w pożywce Knopa, umieszczałem pędami i liśćmi w wodzie destylowanej na przeciąg 5 h w temp. 18°C. Po upływie tego czasu odcinałem liście od korzeni i oddzielnie

T A B E L A IV.

Porównanie zawartości składników mineralnych korzenia z liśćmi i łodygą u roślin normalnych i roślin, których liście były płókane w 400 ml wody dest., przez 5 h. Temp. 18°C. *Avena sativa*.

	Popiół w g na 1 g suchej masy		Różnica zawartości popiołu	
	płókana	niepłókana	w g na 1 g suchej masy	w ‰
Łodyga z liśćmi	0,119	0,188	—	—
	0,143	0,215	—	—
	0,160	0,193	—	—
	0,143	0,148	—	—
średnio	0,141	0,186	— 0,045	— 24,2
Korzeń	0,099	0,042	—	—
	0,096	0,049	—	—
	0,105	0,032	—	—
	0,092	0,044	—	—
średnio	0,098	0,042	+ 0,056	+ 133

oznaczałem w nich zawartość składników popiołowych metodą gravimetryczną. W czasie płókania korzenie były z wielką troskliwością zabezpieczone od zetknięcia się z wodą, w której zanurzone były łodygi z liśćmi, jak i przed wyschnięciem, przez otoczenie ich gazą zwilżoną wodą destylowaną. Zestawienie wyników tych doświadczeń z liczbami odnoszącymi się do roślin normalnych tj. nie poddanych płókanu, ilustruje Tab. IV.

W podobny sposób przeprowadziłem doświadczenia z kukurydzą. Trzytygodniowe rośliny wyhodowane na pożywcze Knopa umieściłem w 400 ml wody dest., z odpowiednio zabezpieczonymi jak poprzednio korzeniami na 6 h w temp. 20°C. Następnie odcinałem łodygi od korzeni i analizowałem jak opisane z owsem wyżej. Wyniki zebrane są w Tab. V.

T A B E L A V.

Porównanie zawartości składników mineralnych korzenia z liśćmi i łodygą u roślin normalnych z roślinami, których liście płókanne były przez 6 h w 400 ml wody dest. Temp. 20° C. *Zea mays*.

	Popiół w g na 1 g suchej masy		Różnica zawartości popiołu	
	płókana	niepłókana	w g na 1 g suchej masy	w ‰
Łodyga z liśćmi	0,110	0,156	—	—
	0,117	0,150	—	—
	0,167	—	—	—
	0,137	—	—	—
	0,140	—	—	—
	0,138	—	—	—
średnio	0,140	0,153	— 0,013	— 8,5
Korzeń	0,331	0,293	—	—
	0,273	0,268	—	—
	0,281	—	—	—
	0,250	—	—	—
	0,266	—	—	—
	0,330	—	—	—
średnio	0,289	0,281	+ 0,008	+ 2,9

W obu cytowanych przypadkach w wodzie użytej do płókania nie udało się wykryć potasu, co świadczy o znikomości wydzielanych przez liście składników mineralnych, o ile wydzielanie takowe w ogóle miało miejsce. Z przytoczonej bowiem poniżej Tab. VI wynika, że suma składników mineralnych korzenia i łodygi jest wielkością stałą w granicach błędu doświadczalnego, wynoszącego dla kukurydzy około 1%.

T A B E L A VI.

Zestawienie wyników Tab. IV i V.

Cyfry przedstawiają średnią zawartość popiołu w g na 1 g suchej masy liści z łodygą i korzeni u roślin płókaných i niepłókaných.

		Łodyga z liśćmi	Korzeń	Suma
<i>Avena sat.</i>	płókanе	0,141	0,098	0,239
	niepłókanе	0,186	0,042	0,228
<i>Zea mays</i>	płókanе	0,140	0,289	0,429
	niepłókanе	0,153	0,281	0,434

Doświadczenia powyższe potwierdzają przypuszczenie, że nieuszkodzona roślina w warunkach wzmożonej wilgotności może zmniejszać zawartość składników popiołowych liści, na korzyść korzeni.

W tej samej serii tj. z liśćmi in situ przeprowadziłem dośw. ilościowe z *Ficus elastica*, u której analizowałem skład popiołu liści płókaných i niepłókaných, a następnie wodę na zawartość K.

Różnice w zawartości popiołu liści *Ficus elastica* płókaných i niepłókaných ilustruje Tab. VII.

T A B E L A VII.

Porównanie zawartości składników mineralnych liści in situ płókaných przez 5 h w 600 ml wody dest. z liśćmi niepłókanymi. Temp. 20° C. *Ficus elastica*.

Zawartość popiołu w g na 1 g suchej masy		Różnica zawartości popiołu	
niepłókanе	płókanе	w g na 1 g suchej masy	w ‰
0,0784	0,0677	—	—
0,0753	0,0646	—	—
0,0872	0,0815	—	—
średnio 0,0803	0,0713	0,0090	10,1

Z danych powyższych widać, że istotnie *Ficus* należy do roślin, które w zmienionych warunkach wilgotności zmniejszają zawartość popiołu w liściach o ca 10%. Że jednakże z tej ilości minimalna część zostaje „wydzielona“ przez liście na zewnątrz, świadczą o tym wyniki podane w Tab. VIII.

T A B E L A VIII.

Ilości wydzielonego potasu przez liście odcięte od rośliny i liście pozostawione na roślinie. *Ficus elastica*.

	Ilość K w mg na 100 cm ² pow. liścia
Odcięty	0,0089 *)
Nieodcięty	0,0002
Odcięty	0,0097 *)

Z Tab. VIII widać, że tylko ca 1/50 tj. 2% potasu całkowitego odprowadzonego z liścia, zawiera woda użyta do płókania.

Wyniki przytoczonych dotychczas doświadczeń na ogół potwierdzają założenia teoretyczne, przyjmujące zjawisko translokacji jako czynnik powodujący obniżenie ilości składników mineralnych w liściu podczas jego spłókiwania wodą. Z wyników tych pokazuje się, że ekskrecja kutikularna odgrywa mniejszą rolę niż jej przypisywano. Nie wszystkie jednak doświadczenia pozwalają w ten sposób interpretować rozpatrywane zjawisko. Analiza ulistnionych pędów trzykrotki dała wyniki odmienne, przemawiające przeciwko zjawisku ekskrecji jak i translokacji. Próbę wykonałem podobnie jak z fikusem. Gałązki zdrowej rośliny podzieliłem na trzy grupy po pięć. Gałązki pierwszej grupy nie płókałem w ogóle, w grupie drugiej płókałem in situ, w grupie trzeciej płókałem odcięte od rośliny. Po dziewięciu godzinach gałązki wszystkich trzech grup jak również woda poddana była analizie. Wyniki przedstawione są w Tab. IX i X.

Jak widać z Tab. IX średnia zawartość składników mineralnych wszystkich trzech grup jest stałą, w granicach dość małych odchyleń.

Z Tab. X widać, że pomimo braku różnic w zawartości składników popiołowych liści płókaných i nieplókaných (Tab. IX) liście plókané w ciągu 9 h „wydzieliły“ pewną choć znikomą ilość K. Ilość ta przyjmując, że K stanowi ca 50% popiołu odpowiada 0,4% K.

*) — dane w/g T. Lausberg.

T A B E L A IX.

Porównanie składu mineralnego ulistnionych pędów trzykrotki.
Czas płukania 9 h. Temp. 23° C. *Tradescantia fluminensis*.

	Zawartość popiołu na 1 g suchej masy
Pędy z liśćmi in situ, nieplókanne	0,148
	0,150
	0,149
	0,162
	0,156
średnio	0,153
Pędy z liśćmi in situ, plókanne	0,171
	0,156
	0,180
	0,146
	0,136
średnio	0,158
Pędy z liśćmi odcięte, plókanne	0,157
	0,132
	0,158
	0,158
	0,162
średnio	0,158

T A B E L A X.

Ilość potasu wydzielonego przez liście trzykrotki in situ
w porównaniu z liśćmi odciętymi.

	Zawartość K w mg na 1 g suchej masy
Pęd z liśćmi in situ	0,329
	0,247
	0,237
	0,341
	0,100
średnio	0,250
Liście odcięte	0,285
	0,211
	0,377
	0,394
	0,117
średnio	0,277

DISKUSJA.

Uzyskane przeze mnie wyniki potwierdzają w pewnym stopniu prace badaczy niemieckich, o ile chodzi o zagadnienie wydzielania kutikularnego przez liście odcięte od rośliny. Lecz ze względu na to, że jest to przypadek występujący wyłącznie w warunkach laboratoryjnych, nie posiada on znaczenia w badaniu istotnie występujących mechanizmów normalnie funkcjonujących roślin, a w każdym razie posiada co najwyżej znaczenie drugorzędne.

Z tego powodu w pracy mojej główną uwagę zwróciłem na zachowanie się liści splókiwanych wodą dest. w warunkach ich naturalnego bytowania, tj. na zdrowych i nieuszkodzonych roślinach. Uzyskane wyniki jakkolwiek nie zawsze jednoznaczne, a w żadnym razie wystarczające do snucia szerszych uogólnień, wykazały, że zagadnienie wydzielania nabłonkowego nie jest zjawiskiem prostym i nie dającym się jasno przedstawić w ramach istniejących faktów. Jest to o tyle zrozumiałe, że gromadzone fakty dotyczą głównie wpływu jednego czynnika, jakim jest woda. Natomiast zupełnie pomijana jest sprawa stanu fizjologicznego badanej rośliny, do tego stopnia, że autorzy niemieccy pozwolili sobie na wyciągnięcie znacznej większości wniosków, z doświadczeń przeprowadzonych na liściach odciętych od roślin. Wydaje się niewątpliwym, że odcięcie takie, powoduje zbyt jednostronne przesunięcie równowagi dynamicznej ustroju. Z kilku doświadczeń moich wynika, że możliwym jest iż na tej drodze, tj. dokładnej analizy mechanizmu przewodzącego, udałoby się uzyskać pewne dane dotyczące zachowania się składników mineralnych w roślinie. Doświadczenia z owsem, kukurydzą i fikusem wskazywałyby na istnienie zjawiska translokacji składników mineralnych występującego pod wpływem zmiany stopnia nasycenia otoczenia liścia parą wodną. Nie można jednak nic ogólniejszego o nim powiedzieć. Czy pojawia się ono wyłącznie u pewnej grupy roślin (dośw. z trzykrotką dały wynik zdecydowanie negatywny), czy może tylko w pewnych stanach czynnościowych organizmu, nie można w chwili obecnej rozstrzygnąć.

Możliwość powszechnego występowania zjawiska translokacji dałaby się do pewnego stopnia wytłumaczyć na podstawie wiadomości dotyczących sposobu przemieszczania się składników drobnocząsteczkowych w roślinie. Wiemy mianowicie, że składniki te mogą poruszać się po rozwiniętych powierzchniach błon celulozowych z prędkością odpowiadającą współczynnikom dyfuzji gazów (M a s o n, M a s k e l l & P h i l l i s 1936) i to nie tylko w kierunku spadku gradientu

koncentracji, lecz przeciwnie w kierunku wzrostu tego ostatniego (M a s o n & P h i l l i s 1937), (L o o m i s 1935). Pod tym kątem widzenia wydaje się bardziej prawdopodobna ruchliwość pewnych składników popiołowych wewnątrz rośliny, wywołana bodźcami natury zewnętrznej na ośrodki regulacyjne (np. osmotyczny) niż reakcja w kierunku wydzielenia ich na zewnątrz zgodnie ze zjawiskiem postulowanej przez A r e n s'a kutikularnej ekskrecji.

Jakkolwiek przedwczesne byłoby stawianie jakichkolwiek ogólnych teorii, jednakże na podstawie zebranych faktów wydaje się, że zjawisko kutikularnej ekskrecji nie pojawia się w takim stopniu nasilenia ilościowego i powszechności, jak przedstawiają to autorzy niemieccy. Z prac ich przeprowadzonych na roślinach uprawnych rosnących w warunkach naturalnych wynika pewna zależność składu mineralnego liści od opadów atmosferycznych (deszcz, mgła), cyfry jednak bezwzględnie nie mówią, że istotnie ubytek został „wydzielony“ na zewnątrz, gdyż woda nie była analizowana. Gdyby nawet przyjąć istnienie kutikularnej ekskrecji, to nie można by rozstrzygnąć, czy polega ona na czynnym wydzielaniu komórek przez błony na zewnątrz, jak sądzi L a u s b e r g — czy wyłącznie na wymywaniu składników popiołowych z błon przestworów międzykomórkowych przez stosunkowo duże ilości wody (nawet w warunkach laboratoryjnych autorka używała 1,5 l; w moich dośw. brałem 400 do 600 ml). Elucja taka przypominałaby przebieg reakcji dwucząsteczkowej, gdzie równowagę przesuwamy w jedną stronę przez użycie dużych stężeń jednego ze składników reagujących. W rozpatrywanym przypadku można napisać:

Po lewej stronie równania mamy błony komórkowe z zaadsorbowanymi na nich jonami, po prawej roztwór wypełniający przestrzenie międzykomórkowe. Po obu stronach występujące siły atrakcji utrzymują jony bądź na powierzchniach, bądź w roztworze. Z prawa działania mas wiadomo, że zwiększenie koncentracji — w naszym przypadku wody — spowoduje przesunięcie równowagi na prawo, a więc elucję pewnej ilości jonów. Elucja ta jest zależna poza tym od wartościowości jonu; jony jednowartościowe wymywane są łatwiej i to mogłoby tłumaczyć przewagę K w wodzie użytej do płókania.

W wypadku zarówno czynnej jak i biernej ekskrecji kutikularnej gra rolę poza omówionymi czynnikami także budowa anatomiczna liścia. Z pewnych obserwacji moich wynika, że liście zaopatrzone w wypotniki (*Phaseolus vulg.*) wydzielają większe ilości potasu. Prze-

mawiałoby to właśnie za biernym wymywaniem składników popiołowych przez otaczającą liść wodę, a obecność wypotników ułatwiałaby komunikację z wewnętrznym środowiskiem liścia. Koncepcja ta szczególnie jest do pomyślenia w oparciu o zjawisko powierzchniowego przewodzenia składników niskomolekularnych, które tłumaczyłoby łatwy transport ich do płókanego liścia, jak i wyprowadzenie ich na zewnątrz po powierzchniach błon, pomimo nasycenia powietrzem przestrzeni międzykomórkowych.

Jak z powyższego widać zagadnienie kutikularnej ekskrecji należałoby raczej rozpatrywać jako ogólniejsze zjawisko zachowania się składników popiołowych w roślinie, ze szczególnym uwzględnieniem liścia. Koniecznym jest przy tym wziąć pod uwagę cały zespół czynników grających rolę w całokształcie procesów fizyko-chemicznych jak i czynników morfologicznych, związanych ze strukturą badanego obiektu.

Miło mi w tym miejscu wyrazić moje serdeczne podziękowanie p. prof. dr K. B a s s a l i k o w i za temat pracy jak i pomoc w jej realizacji oraz życzliwe przedyskutowanie wyników.

Zakład Fizjologii Roślin Uniwersytetu Warszawskiego.

SUMMARY.

The phenomenon of cuticular excretion described by A r e n s was reinvestigated. All experiments are to be divided into two groups. The first, where plant material used for investigation was separated from the rest of the organism, e. g. the leaves cut off from the stalk and root. And the second one, where the experimental plants were in a normal healthy state during investigation. In each group the mineral salts content of the normal untreated leaves was estimated in comparison to the leaves being wetted with distilled water for a certain period of time, ranging about 10 hours. Finally the potassium ion was determined in water used for wetting the plants. The results are as follows:

1. The occurrence of the phenomenon of cuticular excretion is nearly limited to the leaves cut off from the rest of the plant.
2. It appears from the experiments carried on with the leaves in situ that the cuticular excretion in this case plays merely a secondary role, if any.
3. A new phenomenon, called translocation of mineral constituents from the leaves to the roots as a result of wetting the former, was observed.

4. This translocation does not appear regularly and sometimes may be accompanied by cuticular excretion, however, in much less a degree than that, which was stated by Arens and Lausberg separately.

5. It seems that in the above cases cuticular excretion is due to the action of the great amount of water present in the leaves environment, which simply eluates ions out from the surfaces of intracellular spaces.

(Institute of Plant Physiology, University of Warsaw).

LITERATURA.

1. Arens, K. Die kutikuläre Excretion des Laubblattes. 1934. Jahrb. f. wiss. Bot. 80.
2. Arens, K. Aue den Ergebnissen der Aschenanalyse. 1936. Landwirtsch. Jahrbücher, 82. 453.
3. Kramer, B. & F. F. Tisdall. A clinical method for the quantitative determination of potassium in small amounts of serum. 1921. Jour. Biol. Chem. 46. 339.
4. Lausberg, T. Quantitative Untersuchungen über die kutikuläre Excretion des Laubblattes. 1935. Jahrb. f. wiss. Bot. 81.
5. Loomis, W. E. The translocation of carbohydrates in maize. 1935. Jowa State Coll. Jour. Sci. 9. 505.
6. Mason, T. G. & E. Phillis. 1937. The migration of solutes. Bot. Rev. 3. 47.
7. Mason, T. G., E. J. Maskel & E. Phillis. 1936. Further studies in the cotton plant. III. Concerning the independence of solute movement in the phloem. Ann. of Bot. 50. 23.