Badania nad ciśnieniem osmotycznym dna kwiatowego truskawki

Studies on the osmotic pressure of the receptacle of strawberry

R. ANTOSZEWSKI, J. SZYMAŃSKI

WSTĘP

Zagadnienie czynników i sił decydujących o transporcie i dystrybucji substancji pokarmowych oraz wody w organizmie roślinnym jest ciągle sporne i dyskutowane (Huber 1956; Swanson 1959; Biddulph 1959; Górski 1962; Kursanov 1963; Biddulph, Cory 1965; Penot 1965).

Transport w roślinie związany jest z takimi czynnikami, jak: siła ssąca zależna od transpiracji; parcie korzeniowe o nieznanym bliżej mechanizmie; aktywne pobieranie, którego istota ciągle nie jest jasna; oraz ciśnienie osmotyczne. Rola ciśnienia osmotycznego w dystrybucji substancji pokarmowych pozostaje także otwarta. Münch w 1930 roku postawił hipotezę, zgodnie z którą przewodzenie roztworów substancji pokarmowych przez floem można wytłumaczyć prawami osmozy. Hipoteza ta wymaga, by ciśnienie osmotyczne w komórkach, z których roztwory wypływają (zwanymi donorami) było wyższe niż w komórkach odbierających (zw. receptorami). Fizykalna poprawność hipotezy Müncha została udowodniona i sprawdzona w doświadczeniach modelowych (Münch 1930). Późniejsze pomiary dokonane na materiale biologicznym wykazały jednak, że ciśnienie osmotyczne w receptorach jest często wyższe niż ciśnienie osmotyczne w donorach (Curtis, Scofield 1933; Tingley 1944). Podważa to istotnie hipotezę Müncha. Obecnie wydaje się rzeczą prawie pewną, iż ciśnienie osmotyczne i prawa nim rządzące nie są podstawowym kluczem dystrybucji substancji pokarmowych, a nawet wody w organizmach wyższych o zróżnicowanej budowie i znacznych wymiarach. Być może jednak dystrybucja substancji pokarmowych w zakresie poszczególnych organów lub przemieszczanie substancji pokarmowych z komórki do komórki w obrębie miękiszu magazynującego sterowana jest ciśnieniem osmotycznym. Jeśli tak jest, należałoby się spodziewać występowania gradientu ciśnienia osmotycznego i siły ssącej w obrębie danego organu.

Relacje osmotyczne wydawały się szczególnie interesujące w dniu kwiatowym, gdzie duże partie miękiszu obsługiwane są przez stosunkowo nieliczne wiązki przewodzące. Wiadomo też, że transpiracja w dniu kwiatowym jest ograniczona, nie obserwuje się też w normalnych warunkach przepływu wody z dna kwiatowego do pozostałych części rośliny (Antoszewski 1967).

Celem pracy było prześledzenie dystrybucji ciśnienia osmotycznego w dnie kwiatowym truskawki w aspekcie badania mechanizmu gromadzenia substancji pokarmowych w dnie kwiatowym i zrozumienie istoty działania „niszy fizjologicznej”. Z tego względu przeprowadzono też badania orientacyjne ciśnienia osmotycznego soku liści i korzeni truskawki.

Proponujemy wprowadzenie terminu „nisza fizjologiczna” jako odpowiednika terminu angielskiego „physiological sink” wobec tego, iż określenie „zlew fizjologiczny” wydaje się nam wyjątkowo niezgrabne.

Dno kwiatowe uważamy za typowy przykład „niszy fizjologicznej” zgodnie z poglądami innych autorów (Luckwill 1949; Nitsch 1953). W pracy niniejszej dno kwiatowe truskawki uważamy za owoc pod względem fizjologicznym, co znajduje odbicie w pomologicznej definicji owocu (Pieniążek 1965).

MATERIAŁ I METODYKA

Badania prowadzone były na truskawce odm. ‘Talizman’ (*Fragaria grandiflora* Duch. cv. Talisman). Rośliny były hodowane w szklarni w okresie od października 1965 do maja 1966 w kulturze całorocznej z doświetlaniem. Oznaczano zarówno ciśnienie osmotyczne badanego materiału w różnych terminach po zapyleniu jak i gradient ciśnienia osmotycznego w samym dnie kwiatowym. Wartość ciśnienia osmotycznego w ciągu ontogenezy truskawki badano wybierając różne stadia rozwojowe według podziału zaproponowanego przez Neala do badań biochemicznych (Neal 1965). Cechy badanych stadiów rozwojowych dna kwiatowego truskawki zamieszczono w tabeli 1.

Tabela 1 — Table 1

Cechy badanego materiału

Characteristics of the investigated receptacles of strawberries

Lp. No	Stadium	Oznaczenie Symbol	Wymiary dna kwiatowego w cm Size of the receptacle (in cm)		Ilość dni po zapyleniu Days after pollination
			średnica diamentr	wysokość height	
1	Dno kwiatowe zielone I Green receptacle I	Z ₁	0,6—1,0	0,9—1,4	6—10
2	Dno kwiatowe zielone II Green receptacle II	Z ₂	0,8—1,4	1,4—2,1	10—13
3	Dno kwiatowe białe White receptacle	B	2,2—3,3	2,6—3,3	26—27
4	Dno kwiatowe czerwone Red receptacle	C	2,5—3,2	2,4—3,6	30—33

W celu dokładniejszego umiejscowienia badanych stadiów w ontogenezie truskawki przeprowadzono pomiary dynamiki wzrostu dna kwiatowego biorąc pod uwagę średnicę i długość dna kwiatowego.

Do oznaczenia ciśnienia osmotycznego wypróbowano następujące metody:

- metodę refraktometryczną według Chmielewskiej (1955);
- metodę plazmolityczną opisaną przez Struggera (1953) oraz metodą stosowaną przez Thatcher'a (1939) z zastosowaniem czerwieni obojętnej;
- metodę wagową (Strebeyko 1956);
- metodę destylacji izotermicznej w dwu wariantach (Bobrański 1956; Levitt 1964);
- metodę termoelektryczną (Burlakowa, Kols i Kriger 1958);
- metodę izotopową z zastosowaniem wody trytowej opracowaną w naszej pracowni (Antoszewski 1967 b).

W wyniku szeregu doświadczeń okazało się, iż do zbadania postawionego problemu stosować można tylko dwie metody, a mianowicie metodę refraktometryczną (z poważnym ograniczeniem) oraz metodę destylacji izotermicznej. Pozostałe metody w zastosowaniu narażały zasadnicze trudności.

W wypadku metody plazmolitycznej nie udało się sporządzić tak cienkiego skrawka z dna kwiatowego, aby można było wyraźnie zaobserwować początkowe stadium plazmolizy.

Metoda wagowa okazała się niestosowna ze względu na rozpadanie się badanych tkanek w trakcie manipulacji. Jak wiadomo stosowanie tej metody wymaga szybkiego podwójnego ważenia przed spławianiem w roztworze sacharozy o známym stężeniu i po tym zabiegu.

Metoda termoelektryczna z zastosowaniem termostosu Hilla z drutu miedzianego pokrytego galwanicznie srebrem (ok. 12 zwojów) oraz galwanometru o czułości 10^{-9} A w warunkach termo- i hydrostatycznych okazała się za mało czuła.

Próbowano też zmierzyć siłę ssącą tkanki spławiając fragmenty dna kwiatowego w wodzie trytowej. Metoda ta dała interesujące wyniki wstępne i zostały one omówione osobno (Antoszewski 1967 b).

Ostateczne pomiary ciśnienia osmotycznego w dniu kwiatowym zostały przeprowadzone metodą kapilarną opartą na destylacji izotermicznej i metodą refraktometryczną.

Metoda kapilarna zw. metodą Barger'a była oparowana pierwotnie do oznaczenia ciężaru cząsteczkowego (Barger 1904; Bobrański 1956).

W naszych badaniach zastosowano ją w modyfikacji opracowanej przez Langeron'a (1949). i uzupełnionej przez autorów.

Kapilary przed użyciem były gotowane w stężonym HNO_3 i przemywane wodą destylowaną oraz alkoholem celem osuszenia.

Kapilary napełniano dotykając jednym końcem do kropli soku z badanego dna kwiatowego. Sok wpływa wtedy do kapilary. Koniec kapilary zamykano roztopioną parafiną. Drugim końcem kapilary dotykano do kropli roztworu sacharozy o známym stężeniu, który nie wpływa do kapilary, ponieważ ta jest już zatkana z przeciwnego końca. Aby wprowadzić nowy płyn do kapilary wsuwano do niej

cieńszą kapilarę zaopatrzoną w gumowy ustnik. Gumą tą ostrożnie wyciągano powietrze ze środka kapilary powodując tym wciąganie płynu o známym stężeniu do kapilary. Po zmniejszeniu odległości między płynami do bezpiecznego minimum zatapia się i ten koniec roztopioną parafiną (ryc. 1).

Wyżej opisaną metodą można uzyskać układ menisków, który wydaje się bardziej korzystny niż podawany w literaturze (Barger 1904; Langeron 1949;

Ryc. 1. Schemat wypełniania kapilar

1 — płyn o známym stężeniu; 2 — płyn badany — (wyciśnięty sok komórkowy); 3 — kapilarna ($\varnothing$ 0,7–1 mm); 4 — płyn, na który skierowano mikrometr; 5 — pęcherzyki powietrza pełniące funkcje błon półprzepuszczalnych; 6 — zatyczki parafinowe; 7 — kapilarna cieńsza wprowadzona do kapilary właściwej umożliwiającej wyciąganie z niej powietrza

Diagram of filling capillary tube.

1 — Solution of known concentration; 2 — examined solution (cell sap) 3 — Capillary tube ($\varnothing$ 0,7–1 mm); 4 — solution at which micrometer is directed; 5 — air bubbles as semipermeable membrane; 6 — paraffin stoppers; 7 — capillary tube of smaller size set up into main capillary tube to draw out air from it.

Filipowa, Mysina 1964; Levitt 1964), ponieważ nie zachodzi tu mieszanie się płynów w czasie wciągania ich do kapilar. Kapilary wypełnione w wyżej opisany sposób przylepiano do szkiełka podstawowego za pomocą plasteliny i umieszczano w szalce Petriego wypełnionej wodą. Obserwacje prowadzono w kamerze termostatycznej w temp. 20°C.

Po 15 min. klimatyzacji ustalono poziom menisków w kapilarze posługując się mikroskopem zaopatrzonym w mikrometr. Odczyty robiono po 15, 30, 60, 120 min. Czas dokonywania odczytów był stosunkowo krótki celem zmniejszenia działania ewentualnych enzymów hydrolitycznych. Ze zmiany objętości płynów w kapilarze sądzono o względnym ciśnieniu osmotycznym panującym w badanym płynie w odniesieniu do płynu standardowego.

Opisana metoda nadawała się do oznaczenia ciśnienia osmotycznego w soku wyciśniętym z całego dna kwiatowego, nie nadawała się natomiast do oznaczenia gradientu ciśnienia osmotycznego w samym dnie kwiatowym.

Dla wyznaczenia gradientu ciśnienia osmotycznego w dnie kwiatowym wycinano małe jego fragmenty o boku 5–10 mm wg schematu przedstawionego na rysunku (ryc. 2). Z fragmentów takich udawała się wycisnąć tylko bardzo mała ilość soku. Wyciśnięty sok nie tworzył nawet kropli na szkłe, co było niezbędne w poprzedniej procedurze. Celem ominięcia tej trudności zastosowano inną modyfikację metody

Bargera wg Niederla i współpracowników (1949). Sokiem jednego fragmentu wypełniano jedną kapilarę, drugą natomiast wypełniano sokiem fragmentu sąsiedniego. Obie kapilary wkładano do większej kapilary stykając je starannie jak to przedstawia ryc. 3. Całość umieszczano na szkiełku podstawowym i dalej postępowano jak poprzednio. Nie udało się oznaczyć tą metodą ciśnienia osmotycznego soku z liści i korzeni.

Uzupełniające badania przeprowadzono metodą refraktometryczną (Chmielewska 1955; Pijanowski, Mrożewski i Horubała 1964).

Ryc. 2. Schemat cięcia dna kwiatowego truskawki przy wyznaczaniu gradientu ciśnienia osmotycznego

Diagram of cutting strawberry receptacle to determine the gradient of osmotic pressure.

1 — rdzeń; 2 — kora (badane fragmenty oznaczono cyframi rzymskimi)
1 — core; 2 — cortex (sections examined are marked by the Roman figures).

Ryc. 3. Schemat układu menisów w metodzie Barger'a zmodyfikowanej przez Niederla i wspłr.

Diagram of meniscus system in Barger's method modified by Niederl and others.

8 — dwie kapilary o średnicy mniejszej niż kapilara zasadnicza (3) zawierające płyny porównawcze (2); pozostałe oznaczenia jak do ryc. 1

8 — two capillary tubes of smaller size than the main capillary (tube 3) contained comparative solutions (2) other indications as fig 1).

Ze środka badanego dna kwiatowego wycinano korkoborem walec, fragmenty analogiczne do opisanych poprzednio (ryc. 3) zanurzano do różnych roztworów sacharozy. Refrakcję płynu omywającego fragmenty oznaczano refraktometrem Abbego z dokładnością do 4 miejsca (ostatnie miejsce przez interpolację). Podobnie postępowano z liśćmi i korzeniami. Ze środka 20 liści wycinano korkoborem fragmenty o średnicy 0,5 cm. Z korzenia głównego wycinano walec i dzielono go na

Tabela 2 — Table 2

Wartość ciśnienia osmotycznego soku z badanego materiału w ontogenezie w atm.
 Value of the osmotic pressure of the sap during the ontogenetic development of the strawberries
 receptacle (in atm.)

Lp. No.	Stadium	Ciśnienie osmotyczne Osmotic pressure		Liczba pomiarów Number of determinations	Uwagi Remarks
		od from	do to		
1	Z ₁	7,7	8,2	20	We wszystkich doświadczeniach sok zachowywał się jednakowo In all experiments we obtained the same results
2	Z ₂	8,7	9,1	20	W 3 dośw. i 3 powt. 7,7 < sok < 8,2 In 3 experiments and 3 repetitions 7,7 < sap < 8,2 1 dośw. i 1 powt. 6,7 < sok = 9,1 1 experiment and 1 repetition 6,7 < sap = 9,2 1 dośw. i 1 powt. 8,2 < sok < 8,7 1 experiment and 1 repetition 8,2 < sap < 8,7
3	B	7,8	8,7	20	jak w 1 as in 1
4	C	10,1	11,1		jak w 1 as in 1

fragmenty o długości 5–8 mm. Poszczególne fragmenty tkanek umieszczano w bloczkach szklanych i zalewano 0,5 ml sacharozy o znanym stężeniu. Kolejne płyny różniły się o 0,2 M. Po 4 godz. inkubacji pobierano kroplę płynu z poszczególnych bloczków szklanych i oznaczano ich refrakcję. Z wstępnych doświadczeń wynikało, że 4 godzinna inkubacja wystarcza do uzyskania równowagi stężeń.

WYNIKI

I. Ciśnienie osmotyczne w ontogenezie dna kwiatowego truskawki

Wartości ciśnienia osmotycznego soku truskawki w różnych stadiach rozwojowych przedstawiono w tabeli. 2. Wyniki uzyskano za pomocą metody kapilarnej

Tabela 3 — Table 3

Względna wartość ciśnienia osmotycznego w poszczególnych fragmentach dna kwiatowego truskawki

Relative value of the osmotic pressure in different parts of the strawberry receptacle

Lp. No.	Stadium	Wyniki Results	Ilość pomiarów Amount of determination	Uwagi Remarks
1	Z ₁	I = II	20	We wszystkich doświadczeniach brak różnic między fragmentami In all experiments there are no differences between fragments
2	Z ₂	I = II	20	jak w 1 as in 1
3	B	I = II = III = IV I = III, I = IV II = IV tylko w 1 dośw. I > IV	20	w 1 dośw. i 1 powt. znaleziono różnice w soku między fragmentem I i IV, I > IV, w pozostałych dośw. i powtórzeniach różnic nie stwierdzono In 1 experiment and 1 repetition there were differences between fragment I and IV. I > IV in others we did not observe any differences.
4	C	I = II = III = IV I = III, I = IV, II = IV	20	jak w 1 i 2 as in 1 and 2

Uwaga: Kolejność fragmentów oznaczono cyframi rzymskimi jak na ryc. 3.

Remark: Order of fragments marked by Roman figures like on picture 3.

zw. Barger. Levitt (1964) podaje, iż czułość tej metody wynosi 0,01 M w naszych badaniach czułość stosowanej metody została podwyższona do 0,001 M. Każde stadium ontogenetyczne dna kwiatowego badano w 5 doświadczeniach i 5 powtórzeniach po 10 kapilar po wstępnym określeniu przybliżonych wartości ciśnienia osmotycznego danego soku. We wszystkich doświadczeniach stosowano roztwór sacharozy jako wzorec o znanym ciśnieniu osmotycznym.

Na podstawie podanych wyników można wnioskować, że wartość ciśnienia osmotycznego tkanek rośnie w miarę rozwoju i dojrzewania dna kwiatowego.

II. Gradient ciśnienia osmotycznego w dnie kwiatowym

Po ustaleniu wartości ciśnienia osmotycznego w ontogenezie dna kwiatowego przeprowadzono badania nad gradientem ciśnienia osmotycznego za pomocą metody Barger w modyfikacji Niederla. Celem tych badań było ustalenie wartości

ciśnienia osmotycznego w poszczególnych fragmentach dna kwiatowego mogących różnić się pod względem anatomicznym, jak również usytuowaniem w stosunku do wiązek przewodzących. Czułość tej zmodyfikowanej metody jest identyczna z opisaną poprzednio. Wyniki badań nad gradientem przedstawiono w tabeli 3.

Na podstawie powyższych danych można wnioskować, iż w dnie kwiatowym nie ma wyraźnego gradientu ciśnienia osmotycznego niezależnie od stadium rozwojowego. Ściślej, iż różnice ciśnienia osmotycznego nawet między odległymi częściami dna kwiatowego nie są większe niż wynosi czułość stosowanej metody a więc 0,02 atm. Nie stwierdzono też gradientu ciśnienia osmotycznego w dnie kwiatowym metodą refraktometryczną. Należy jednak uwzględnić tu wszystkie zastrzeżenia stosowalności metody refraktometrycznej omówione w następnym rozdziale.

III. Badania refraktometryczne

Otrzymane wyniki usiłowano skontrolować posługując się metodą refraktometryczną, uważaną za metodę prostą i czułą (Levitt 1964; Górski 1962).

W naszych warunkach roztwory sacharozy różniące się stężeniami o 0,02 M mogły być zupełnie wyraźnie odróżnione i oznaczone.

Tabela 4 — Table 4

Wartość współczynników refrakcji $K_n 20$ po inkubacji różnych tkanek dna kwiatowego w wodzie destylowanej

The refractive indexes $K_n 20$ after the incubation of different strawberry receptacle tissues in distilled water

Lp. No.	Kontrola Control	Owoc Receptacle	Liście Leaves	Korzeń Root
1	1,3330	1,3358	1,3331	1,3332
2	1,3330	1,3360	1,3331	1,3331
3	1,3331	1,3360	1,3331	1,3332

Uwaga: W kolejnym doświadczeniu przedstawiono średnio $K_n 20$ z 15 odczytów.
Remark: data obtained from 15 observations of $K_n 20$.

Splawianie fragmentów roślin w płynach związane być może z wypływaniem lub wydaleniem z tkanek różnych substancji zmieniających współczynnik refrakcji omywającego płynu. Kwestia ta jest często omijana w badaniach i prowadzi do nieporozumień. Z tego względu przeprowadzono doświadczenia kontrolne polegające na badaniu, czy z tkanek dna kwiatowego, liści lub korzeni wypływa jakaś substancja do otaczającego płynu w warunkach doświadczalnych. Wyniki powyższych badań zamieszczone w tabeli 4 wykazują, że z tkanek dna kwiatowego wypływają jakieś substancje zmieniające refrakcję omywającego płynu. Nie zmienia się natomiast refrakcja wody omywającej liście i korzenie. Obliczenie bilansu wodnego 1 mg żywej tkanki utwierdziły nas w przekonaniu o niestosowalności metody refraktometrycz-

nej do badania ciśnienia osmotycznego fragmentów dna kwiatowego. Dalsze badania metodą refraktometryczną przeprowadzono tylko z liśćmi i korzeniami truskawki.

Na podstawie 5 doświadczeń można wnioskować, że ciśnienie osmotyczne soku komórkowego liści truskawki, które posiadały dna kwiatowe w stadium Z_1 , odpowiadało ciśnieniu osmotycznym sacharozy o stężeniu od 0,38 M do 0,40 M, co odpowiada 9,1 do 9,6 atm.

Tabela 5 — Table 5

Porównanie wartości ciśnień osmotycznych różnych tkanek truskawki metodą kapilarną i refraktometryczną (w atm.)

Comparison of the osmotic pressure values of different strawberry tissues obtained by capillar and refractometric methodes (in atm.)

Tkanka Tissue	Metoda refr. Refractometric method		Metoda kapilarna Capillar method		Δ	
Owoc receptacle	Metoda niestosowna method is inaplicable		7,7	8,2	—	—
Liście leaves	9,1	9,6	Metoda niestosowna Method is inaplicable		1,4	1,4
Korzenie roots	12,0	12,5	Metoda niestosowna Method is inaplicable		4,3	4,3

Uwaga 1) Badano rośliny posiadające owoce w stadium Z_1 . 2) Δ — różnica między wartością ciśnienia osmotycznego otrzymana metodą refraktometryczną i kapilarną.

Remark 1) Plants with receptacles in stadium Z_1 were investigated. 2) Δ — differences in values obtained by refractometric method and capillar method.

Analogiczne doświadczenie przeprowadzono z korzeniami. Ciśnienie osmotyczne soku komórkowego w korzeniu odpowiada ciśnieniu osmotycznemu sacharozy w zakresie stężenia od 0,50 M do 0,52 M, co po przeliczeniu na atmosfery daje wartości od 12,0 atm do 12,5 atm (tab. 5).

OMÓWIENIE WYNIKÓW

Przeprowadzone badania wykazały zmienność wartości ciśnienia osmotycznego w ontogenezie. Wyraźny wzrost tej wartości zaobserwowano od pierwszego do ostatniego stadium badanego: dno kwiatowe zielone — dno kwiatowe czerwone. Waha-

ła się ona od 7,7 do 11,1 atm. Ten wzrost może być spowodowany pojawianiem się większej ilości rozpuszczalnych cukrów w tkankach owoców dojrzałych. U wielu owoców procesowi dojrzewania towarzyszy wzrost stężenia osmotycznego (Curtis, Clark 1958). Nie wiemy, czy minimalny spadek ciśnienia osmotycznego dna kwiatowego w stadium B (dno kwiatowe białe) w stosunku do dna kwiatowego zielonego Z_2 wskazuje na jakieś istotne zmiany fizjologiczne zachodzące między tymi dwoma stadiami.

Jak wiadomo w dojrzałych dnach kwiatowych truskawki znajduje się glukoza, mniejsze ilości fruktozy oraz pewna ilość sacharozy (Pijanowski 1950; Kropp 1955; Ładyżyński, Pieniążek 1955). Zmiana ciśnienia osmotycznego tkanek dna kwiatowego w jego rozwoju indywidualnym jest zjawiskiem interesującym, jednak nie przyczynia się do zrozumienia mechanizmu dystrybucji substancji pokarmowych i wody w dnie kwiatowym, jak i transportu substancji zapasowych do dna kwiatowego. Ogólnie uważa się, iż kluczem dystrybucji wody w organizmie roślinnym jest siła ssąca komórek bezpośrednio zależna od ciśnienia osmotycznego i turgorowego (Kramer 1956; Strebeyko 1956; Górski 1962). Dystrybucja asymilatów i składników mineralnych sterowana jest znacznie bardziej skomplikowanym mechanizmem (Afanaseva 1955; Trochin 1956; Kursanov 1963; Starck 1965 i inni). Ponieważ w innych doświadczeniach udało się wykazać, iż transpiracja nie odgrywa najistotniejszej roli w transporcie soli mineralnych do dna kwiatowego jak i do rozłogów truskawki (Antoszewski 1966; Antoszewski, Dziecioł, Lis 1967), wydawało się rzeczą słuszną zwrócić uwagę na ciśnienie osmotyczne, sądząc z dużą dozą prawdopodobieństwa, iż ciśnienie osmotyczne można w tym wypadku uważać za miarę siły ssącej. Jak jednak wynika z doświadczeń zestawionych w tabeli 3, różnica ciśnienia osmotycznego między tak odległymi nawet fragmentami jak fragment oznaczony cyfrą „I” i „IV” (ryc. 3) nie jest większa niż 0,02 atm. Warto zauważyć, iż jeden z fragmentów leży w strefie korowej, drugi natomiast obejmuje strefę podstawy dna kwiatowego odznaczającego się zagęszczeniem wiązek przewodzących. Różnią się więc one nie tylko położeniem w dnie kwiatowym, ale też charakterem histologicznym. Wydaje się rzeczą mało prawdopodobną, by gradient ciśnienia osmotycznego, niższy od wymienionego na przestrzeni rzędu milimetrów, mógł odgrywać jakąś rolę w dystrybucji wody, skoro opór hydrostatyczny stawiany przez protoplast jednej komórki jest rzędu 0,1 atm (Strebeyko 1956). Nawet teoretycznie wyliczony opór komórek łyka bez uwzględnienia oporu protoplazmy nie mógłby być pokonany przez taki nikły spadek ciśnienia w komórkach. Warto też zauważyć, iż obserwowany gradient ciśnienia osmotycznego w liściu wyraża się wielkościami rzędu kilku atmosfer na przestrzeni paru cm (Slavik 1959).

Porównanie ciśnienia osmotycznego panującego w korzeniach i w liściach z ciśnieniem dna kwiatowego wykazuje, iż tkanki, z których pochodzą składniki pokarmowe zawarte w dnie kwiatowym, posiadają wyższe ciśnienie osmotyczne (tabl. 5). Pozwoliłoby to na uznanie poprawności podstawy hipotezy Müncha. Do wyników tych jednak trzeba odnosić się z dużą rezerwą, jako iż otrzymano je różnymi metodami. Niestety nie udało się zastosować jednolitej metody do wyznaczenia ciśnienia osmotycznego różnych tkanek truskawki, co omówiono w części metodycz-

nej pracy. Zawyżone wyniki otrzymane metodą refraktometryczną składać można na karb sił imbibicyjnych odgrywających istotną rolę w układach protoplazmatycznych (Troshin 1956).

Warto jeszcze zwrócić uwagę na fakt, iż metoda refraktometryczna obarczona jest dodatkowym błędem związanym z wydalaniem lub wymywaniem z tkanek substancji zmieniających refrakcję omywającego płynu. Wprawdzie nie zauważono tego zjawiska w wypadku spławiania liści i korzeni na wodzie destylowanej, nie wykluczone jednak, iż zjawisko takie zachodzi, kiedy w środowisku znajdują się substancje osmotyczne czynne.

STRESZCZENIE

Przeprowadzono badania wartości ciśnienia osmotycznego w dnie kwiatowym truskawki (*Fragaria grandiflora* cv. Talisman). Wykazano zmienność tej wartości w ontogenezie owocu. Ciśnienie osmotyczne wzrasta w miarę dojrzewania owocu od 7,7 do 11,1 atm. Przeprowadzono także pomiary gradientu ciśnienia osmotycznego w samym owocu. Stosowana metoda pozwala na wykrycie różnic rzędu 0,02 atm., mimo to nie stwierdzono różnic między różnymi częściami owocu. Zbadano metodą refraktometryczną ciśnienie osmotyczne tkanek liści i korzeni. Okazało się ono w tych organach wyraźnie wyższe niż tkanek owocu. Nie udało się zbadać ciśnienia osmotycznego owocu metodą refraktometryczną ze względu na wpływ z tkanek owocu substancji zmieniających refrakcję omywającego płynu.

Na podstawie otrzymanych wyników wnioskuje się, że ciśnienie osmotyczne nie odgrywa zasadniczej roli w dystrybucji wody i substancji pokarmowych w dnie kwiatowym truskawki.

Pracownia Izotopowa
Instytutu Sadownictwa
Skierniewice

SUMMARY

To study the problem of water and nutrients distribution within the plant the osmotic pressure in the receptacle of strawberry (*Fragaria grandiflora* cv. Talisman) was investigated. Modified Barger's capillary method based on isothermic distillation (fig. 1) and refractometric method were used. The developmental stages of investigated receptacles are described in table 1. It has been found that the value of the osmotic pressure changes during the ontogenetic development of the receptacle. The osmotic pressure grows up parallel with ripening of the receptacle from 7.7 atm. to 11.1 atm. (tabl. 2).

The gradient of osmotic pressure within the strawberry receptacle was investigated as well. No differences in the osmotic pressure between different parts of the receptacle were found although a very exact method was used. As small differences as 0,02 atm. of osmotic pressure (table 3) could be detected by the method used. Using refractometric method the osmotic pressure of leaf, root and receptacle tissues were investigated.

We conclude that refractometric method gives unsuitable results due to some substances exudated from the investigated tissue to the liquid (table 4). It does not apply to roots and leaves, in which we found the osmotic pressure value being reasonable higher than in the receptacle (table 5).

In conclusion we can assume that the osmotic pressure as well as the osmotic pressure gradient do not play any substantial role in distribution of water and nutrients within the strawberry receptacle.

LITERATURA

- Afanaseva M. V., 1955, *Peredvizhenie pitatelnykh veshchestv v rasteniyakh*, Izd. Len Univ.
- Antoszewski R., 1967a, The studies on the nature of biochemical contact between the receptacle of strawberry and the rest of the plant, Symposium on the Use of Isotopes in Plant Nutrition and Physiology Studies, Vienna, Conference Joint FAO/IAEA. p. 217—226.
- Antoszewski R., 1967b, Studies on the physiology of fruit formation in strawberry: III International Conference „Physiologische Probleme im Obstbau”, Dresden-Pillnitz.
- Antoszewski R., Dzieciol U., Lis W., 1967, Badania nad ruchliwością ^{42}K , ^{24}Na , $^{32}\text{PO}_4^{3-}$ w lodygach i szypułkach owocowych truskawki *Acta Soc. Bot. Pol.* (w druku).
- Barger G., 1904, A microscopical method of determining molecular weight, *Trans. Chem. Soc.* 85: 286—324.
- Biddulph O., 1959, Translocation of inorganic solutes, *Plant Physiology* Vol. 2 Ed. F. C. Steward, Academic Press, New York.
- Biddulph O., R. Corry, 1965, Translocation of C^{14} metabolites in the phloem of the bean plant, *Plant Physiol* 40(1): 119—129.
- Burlakova E. V., O. P. Kols, Yu A. Kriger, 1958, *Fiziko-khimicheskoe metody v biologii*, Sov. Nauka, Moskwa, Wyp. I, 35
- Chmielewska I., 1955, Metody badania składników roślinnych PWR i L., Warszawa, p. 176—180.
- Curtis O. F., D. G. Clark 1958, Wstęp do fizjologii roślin, PWRiL., Warszawa, pp. 91—132, 185—206, 453—501.
- Curtis O. F., H. T. Scofield, 1933, A comparison of osmotic concentrations of supplying and receiving tissues and its bearing on the Münch hypothesis of the translocation mechanism, *Am. Jour. Bot.* 20: 502—512.
- Filippova V. N., L. A. Mysina, 1964, *Primenenie metoda Bardzhera (Bargera) dla predelenia osmoticheskogo davlenia pochvennykh rastvorov*, *Pochvovedenie*, 7: 107—109.
- Górski F., 1962, *Fizjologia roślin*, T. I. PWN, Warszawa, pp. 55—93, 110—150, 317—341.
- Huber B., 1965, Die Gefassleitung, *Handb. d. Pflanzenphysiologie*, B. III. 541—82, Springer Vrlg, Berlin.
- Kramer P. J., 1965, Physical and physiological aspects of water absorption, *Handb. d. Pflanzenphysiologie*, Springer Vrlg. Berlin, B. III. 124.
- Kropp K., 1955, Badania nad składem chemicznym truskawek, *Przem. Spoż.*, 3: 108.
- Kursanov A. L., 1963, Metabolism and the transport of organic substances, *Adv. in Bot. Res.*, I. 209—275.
- Luckwill L. C., 1949, Fruit development in relation to plant hormones, *Endeavour* 8(23): 188—193.
- Langeron M., 1949, *Précis de microscopie*, Collection de Précis Médicaux Masson Et Cie pp. 751—753, Paris.
- Levitt J., 1964, Osmotic pressure measuring devices, [w:] *Instrumental biology*, The „Macmillan Company” New York, pp. 405—427.
- Ładyżyński A., J. Pieniążek, 1955, *Chemia i fizjologia owoców i warzyw*, PWRiL., Warszawa, 270—297.
- Münch H., 1930, *Die Stoffbewegungen in der Pflanzen*, Gustav-Fischer, Jena, pp. 324.
- Neal G. E., 1965, Changes occurring in the cell walls of strawberries during ripening, *J. Sci. Fd. Agric.* 16, 10: 604—611.
- Niederl J. B., Kasanof, D. R. Kirsch G. K., Subba D., Rao D., 1949, *Mikrochemie ver Mikrochim Acta*, 34: 132 (cyt. Bobrański 1956. 216).
- Nitsch J. P., 1953, The physiology of fruit growth, *Ann. R. of plant physiology* 4: 199—236.
- Penot M., 1965, Étude de rôle des apples moléculaires dans la circulation liberienne, *Physiol. Vég.* 3, (1): 41—89.
- Pieniążek S. A., 1965, *Sadownictwo*, PWRiL., Warszawa, 541.
- Pijanowski E., 1950, Przyczynki do badania składu chemicznego krajowych owoców, *Przem. Rolny i Spoż.* 4: 331.

- Pijanowski E., S. Mrożewski, A. Horubała, 1964, *Technologia produktów owocowych i warzywnych*, T. 1: 47—90, PWRiL, Warszawa.
- Slavik B., 1959, Gradient of osmotic pressure of cell sap in the area of one leaf blade, *Biol. Plant*, 1: 39—47.
- Starck Z., 1965, Wpływ akceptorów i donorów na przemieszczenie asymilantów Warszawa SGGW., 1—93.
- Strebeiko P., 1956, Woda i światło w życiu rośliny, PWN, Warszawa, pp. 29—52.
- Strugger Z., 1949, *Praktikum der Zell-und Gewebephysiologie der Pflanze* (tł. ros. 1953) IGL, 115—142, Moskwa.
- Swanson C. A., 1959, Translocation of organic solutes, *Plant Physiology*, 2: 481—545.
- Tingley M. A., 1944, Concentration gradients in plant exudates with reference to the mechanism of translocation, *Am. Jour. Bot.* 31: 30—38.
- Thatcher F. S., 1939, Osmotic and permeability relations in the nutrition of fungus parasites, *Am. Jour. Bot.* 26: 449—458.
- Troshin A. S., 1956, Problema kletochvnoy pronitsaemosti, Moskva AN, SSSR. 52—72.