

## OZMOTIKUS ÉRTÉK MEGHATÁROZÁSA ÚJ PLAZMOMETRIKUS MÓDSZERREL

TÓTH LÁSZLÓ és FELFÖLDY LAJOS

(Érkezett: 1955 április 30-án)

A növényélettani vizsgálatok, de különösen az 1954. évi tervmunkánkban szereplő vízforgalmi kísérletek során sokszor merülnek fel plazmaélettani kérdések, melyeket a HÖFLER (1918) által bevezetett plazmometrikus mérésekkel lehet megoldani. Tekintettel arra, hogy a magyar nyelvű irodalomban ezt a módszert még nem ismertették, az alábbiakban közöljük, rámutatva hiányosságaira és ismertetve e hiányosságok leküzdését célzó kísérleteinket.

Jelentsé a plazmolizált protoplazma köbtartalmát  $V_p$ , a sejt térfogatát  $V_z$ , azt a Mol értéket, melynél a határplazmolízis áll elő  $O$ , a kísérlethez használt plazmolitikum Mólókban kifejezett koncentrációját pedig  $C$  akkor

$$V_p : V_z = O : C \quad (1)$$

Ebből az aránypárból :

$$V_p \cdot C = V_z \cdot O \quad (2)$$

A keresett Mol érték, melynél a határplazmolízis bekövetkezik

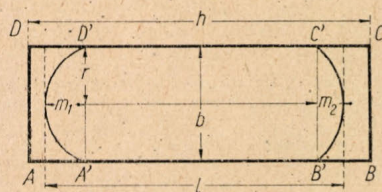
$$O = C \frac{V_p}{V_z} \quad (3)$$

A  $V_p : V_z$  arányt a plazmolízis fokának, vagy röviden plazmolízis-foknak nevezzük és  $G$ -vel jelölhetjük. Ekkor a HÖFLER-féle plazmometriai alapegyenlet :

$$O = C \cdot G \quad (4)$$

Annak a plazmolitikumnak Mol értékét, melynél a határplazmolízis bekövetkezik, tehát mellyel a kérdéses sejt ozmotikus értéke azonos, egyszerű térfogatméréssel és egyetlen hipertóniás oldattal meghatározhatjuk, ami gyorsabb és pontosabb, mintha a szokásos plazmolitikum sorozattal empirikusan közelítenénk meg azt.

A térfogatmérésnek a klasszikus, HÖFLER-féle módszer esetében igen szigorú feltételei vannak, mert csak szabályos, henger, vagy hasábalakú sejtekben vihető keresztül és csak abban az esetben, ha a plazmolizáló proto-



1. ábra. Magyarázat a szövegben

Рисунок 1. Изображение плазмализованной клетки на диаграммах и приведены размеры. (Объяснения в тексте).

Fig. 1. Plasmolyzed cell, diagrammatically (explanation see in the text)



plazma szabályosan, domborúan, ún. konvex plazmolízissal gömbölyödik le (vö. 2. ábra 0,6M).

Ebben az esetben három főtípust különböztethetünk meg:

1. A legömbölyödő plazmatömlő meniszkusza pontos félgömb,
2. A meniszkusz nem pontos félgömb, hanem göbmsüveg, de a plazma mindkét végén azonos magasságú és
3. a plazmolizáló plazma két végén a meniszkuszok magassága különböző: a plazmatömlő aszimmetrikus.

Részben a módszer magyarul írt ismertetése, részben vizsgálataink későbbi ellenőrzése kedvéért a határplazmolízis meghatározásának menetét HÖFLER (1918, 1934) és STRUGGER (1949) munkái alapján röviden ismertetjük.

Az 1. ábrán látható sejt térfogata

$$V_z = q \cdot h, \quad (5)$$

ahol  $q$  a sejt keresztmetszetének területét jelenti. Az aszimmetrikus plazmatömlő térfogata egy olyan  $l$  magasságú és  $q$  alapterületű hengerével egyenlő, melyből kivonjuk a meniszkuszok által okozott kisebbedést, amit az ún. meniszkuszfaktor ( $\lambda$ ), a meniszkusz magasság ( $m$ ) és a keresztmetszet ( $q$ ) szorzata ad meg. A meniszkusz faktor az  $m:r$  arány függvénye az alábbi egyenlet szerint:

$$\lambda = \frac{l}{2} - \frac{l}{6} \left( \frac{m}{r} \right)^2. \quad (6)$$

A  $\lambda$  értékeit megtaláljuk az 1. táblázatban az  $m:r$  hányados függvényében.

1. táblázat

A meniszkusz faktor értékei az  $m:r$  arány függvényében

$m:r$	$\lambda$	$m:r$	$\lambda$
0:10	0,5 = $\frac{1}{2}$	6:10	0,44
1:10	0,4983	7:10	0,4183
2:10	0,493	8:10	0,393 = $\frac{2}{5}$
3:10	0,485	9:10	0,369
4:10	0,473	10:10	0,3 = $\frac{1}{3}$
5:10	0,4583		

Az elmondottak alapján felírhatjuk, hogy a zsugorodott plazma térfogata

$$V_p = q \cdot l - (q \cdot m_1 \cdot \lambda_1 + q \cdot m_2 \cdot \lambda_2) \quad (7)$$

$$V_p = q[l - (m_1 \cdot \lambda_1 + m_2 \cdot \lambda_2)] \quad (8)$$

A plazmolízis foka  $G = V_p : V_z$  esetünkben (5) és (8) alapján:

$$G = \frac{q[l - (m_1 \cdot \lambda_1 + m_2 \cdot \lambda_2)]}{q \cdot h} \quad (9)$$



$q$ -val egyszerűsíthetünk és akkor :

$$G = \frac{l - (m_1 \cdot \lambda_1 + m_2 \cdot \lambda_2)}{h} \quad (10)$$

Ebben az esetben tehát meg kell mérnünk a sejt hosszát ( $h$ ), a protoplazma hosszát ( $l$ ), a két meniszkusz magasságát ( $m_1$  és  $m_2$ ) és a sejt szélességének felét ( $r$ ), a meniszkusz-faktorok ( $\lambda_1$  és  $\lambda_2$ ) kiszámításához.

Ha a plazmatömlő szimmetrikus, azaz  $m_1 = m_2$ , akkor  $\lambda_1 = \lambda_2$  és az egyenlet egyszerűbb :

$$G = \frac{l - 2m\lambda}{h} \quad (11)$$

Végül abban az esetben, ha a meniszkusz pontos félgömb, tehát  $m = r$ ,  $\lambda = 0,3$ , akkor az egyenlet még egyszerűbb :

$$G = \frac{l - \frac{2r}{3}}{h} \quad (12)$$

Az 1. ábra jelzése szerint azonban  $2r = b$ , vagyis

$$G = \frac{l - \frac{b}{3}}{h} \quad (13)$$

mikor a plazmolízis-fok meghatározásához nem kell más méret, mint a sejt-hossz ( $h$ ), a sejtszélesség ( $b$ ) és a plasztisz hossza ( $l$ ). A  $G$  érték kiszámítása után a határplazmolízist jelző Mol érték megállapítása a (4) képlet alapján nyilvánvaló.

STRUGGER (1949, 102) figyelmeztet, hogy amennyiben a sejt oldalfalai nem merőlegesek, hanem ferdén állnak, a közepes sejthosszúságot kell  $h$ -nak venni. A plazmolízis-fok ilyen úton történő kiszámítása akkor is elég pontos adatot nyújt, ha a sejt keresztmetszete nem kör, hanem sokszög.

Méréseinket természetesen nem egy sejten végezzük, hanem a kérdéses szövet több, lehetőleg szabályos alakú sejtjén és azok átlagából számítjuk ki a határplazmolízist. Eredményeinket statisztikailag is ki kell értékelnünk. Tekintve, hogy különösen az időben lejátszódó folyamatok vizsgálatánál csak korlátozott számú sejt mérése vihető keresztül, a statisztikai analízishez a kevés tagból álló számsorokon alapuló középértékek kiértékelését célzó „t” statisztikát használhatjuk sikerrel. FÁBIÁN GYULA tanácsára PÁTAU (1943) módszerét alkalmaztuk. A statisztikai kiértékelés során közölt  $P$  értékek nagyságából dönthető el, hogy az egyes számsorok középértékei közt látható különbséget valóságosnak vehetjük-e?

Ha  $P > 0,05$ , akkor biztos, hogy a két középérték közt lényeges különbség nincs, az csupán statisztikai véletlen következménye.

Ha  $0,05 \geq P > 0,01$  akkor többé-kevésbé kétséges a középértékek megegyezése, de



$0,01 \geq P > 0,0027$  értéknél is csak gyengén biztos a két középérték közti különbség.

Végül, ha  $P \leq 0,0027$ , akkor a két középérték közti különbség biztos, statisztikailag is igazolt.

A számításmenetet illetően az eredeti dolgozatra utalunk.

Amint már említettük a plazmometrikus módszer használati lehetősége nagyon korlátozott, mert a térfogatmérés itt vázolt módja csak szabályos henger- vagy hasábalakú sejtekben, szabályos, konvex plazmolízis esetében vihető keresztül.

Kísérleteink során sokszor felmerült a szabálytalan alakú, vagy nem domborúan legömbölyödő plazmájú sejtek plazmometriai vizsgálatának kívánalma. Ilyen esetekre dolgoztuk ki a planimetrikus módszert. A plazmolízis foka (3) szerint a protoplazma és a sejt térfogatának aránya. Ha a vizsgálandó sejtsor, vagy sejtlemez vastagságát azonosnak veszem, ami pl. az epidermisz esetében legtöbbször helytálló, akkor a térfogat-mérés helyett a sejt és a plazmatisz körvonalaival által bezárt területek aránya is ugyanazt a hányadost eredményezi.

Jelentse  $T_z$  a sejt,  $T_p$  a protoplazma körvonalaival által határolt területet (tulajdonképpen a sejt és a protoplazma felülnézeti vetületét). Ebben az esetben a protoplazma illetve a sejt térfogata  $b$  sejtvastagság esetén

$$V_p = T_p \cdot b \quad \text{illetve} \quad V_z = T_z \cdot b \quad (14)$$

$$G = \frac{T_p \cdot b}{T_z \cdot b} \quad (15)$$

Ha  $b = \text{konstans}$  (ugyanazon a szövetsdarabkán belül), akkor

$$G = \frac{T_p}{T_z} \quad (16)$$

A gyakorlatban ez annyit jelent, hogy a plazmolízis-fok megállapításához nem kell mást ismernünk, mint az 1. ábrán látható ABCD illetve A'B'C'D' idomok területét. (A meniszkuszok domborodása természetesen okoz hibát, de erre később még visszatérünk).

A rajzolókészülékkel lerajzolt, vagy széria-vizsgálatok esetében lefényképezett sejt-hálózat sejtjein ezeket a területeket planiméterrel könnyen mérhetjük tekintet nélkül a sejt alakjára vagy a plazmolízis mikéntjére. A mikroszkópra szerelhető mikroplaniméter használata a rajzolást, vagy fényképezést is feleslegessé teszi (CASPERSSON, FREDRIKSSON and THORSSON 1953).

Módszerünk használhatóságának igazolására a sejtélettan klasszikus tárgyán, a vöröshagyma buroklevél belső epidermiszén végeztünk plazmolízis-fok, illetve határplazmolízis meghatározásokat mindkét módszerrel.

Az első szériát képező buroklevél darabkáit 0,4, 0,6 és 1,0 M nádcukor oldatokkal 10 percig vákuuminfiltráltuk, majd friss plazmolitikummal telt, fedett embriumcsészékbe helyeztük őket a mérések elvégzéséig. A szokásos módon előállított (STRUGGER 1949, 7) készítményeket ZEISS 40 obj.,  $6 \times M$



okulár és ABBÉ-f. rajzolókészülékkel rajzoltuk le. Az ugyanilyen összeállításban lerajzolt objektív mikrométer szolgáltatta skálával mértünk, melynek egy beosztása 10 mikron volt.

### 2. táblázat

A két módszerrel kapott határplazmolízis (O) értékek összehasonlítása

C	Plazmometria $O_{ps}$	Planimetria $O_{pl}$	P
0,4M	nincs plazmolízis		—
0,6M	0,42	0,45	0,050
0,8M	0,44	0,48	0,072
1,0M	0,47	0,53	0,082

Két kérdés vár a 2. táblázat-tal kapcsolatban eldöntésre. Mindenekelőtt az, hogy a két féle módszerrel nyert eredmények közt van-e lényeges különbség, de az sem érdektelen, hogy ugyanazzal a módszerrel, de különböző plazmolitikum koncentrációval kapott adatok mennyiben különböznek egymástól?

A 2. táblázat P oszlopa határozott választ ad az első kérdésre, mert  $P \geq 0,05$  a középérték-párok kétségtelen megegyezését bizonyítja.

Az azonos módszerrel, de különböző koncentrációjú plazmolitikummal nyert értékek statisztikai kiértékelésére a 3. táblázat szolgál.

### 3. táblázat

A különböző koncentrációjú plazmolitikumokkal meghatározott határplazmolízis értékek Molokban

I Módszer	O		P
	0,6 M	1,0 M	
Plazmometria . .	0,42	0,47	0,140
Planimetria . . .	0,45	0,53	0,0095

Ebből a táblázatból az a következtetés vonható le, hogy a HÖFLER-féle plazmometria a különböző koncentrációjú plazmolitikumokkal helyesebb végeredményt ad, szemben a planimetrikus módszerrel, melynél a 0,6 és 1,0 M nádcukor oldatokkal végzett kísérletek közt a  $P = 0,0095$  érték tanúsága szerint már statisztikai különbség lehetséges. Ez a meniszkuszok okozta térfogat csökkenéssel magyarázható, mert minél töményebb plazmolitikummal dolgozunk, a plazma felülete annál jobban legömbölyödik és a meniszkuszok okozta térfogat-csökkenés annál nagyobb az egész plazma térfogatához, mint hengerhez viszonyítva. A meniszkusz-korrekción azonban a planimetrikus mérésnél nem következik be, és ez, különösen a hagyma buroklevél meglehetősen magas epidermisz sejtjei esetében a 3. táblázat-ban számszerűen mutatkozó bizonytalanságra vezet. Meg kell azonban állapítanunk, hogy ez a hiba hígabb plazmolitikum esetében kisebb, statisztikailag korrigálható és, hogy laposabb sejtek esetében, amilyenek pl. a hullámos falú epidermisz sejtek, sokkal elenyészőbb.



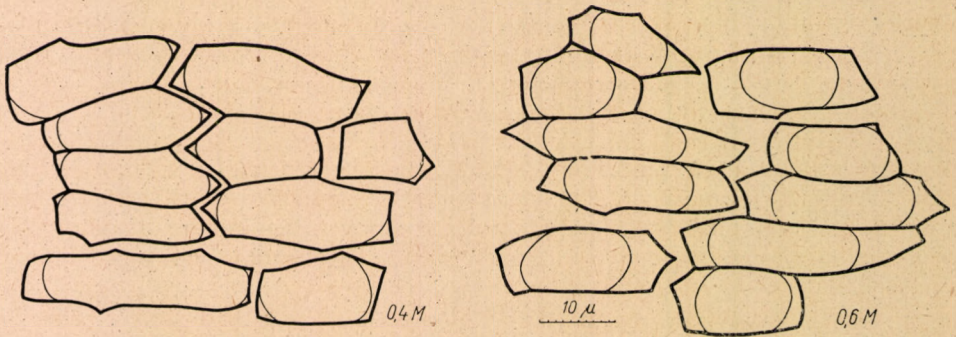
Két, különböző hagymából nyert készítményen elvégezve a határplazmolízis mérést az alábbi eredményeket kaptuk:

## 4. táblázat

Két hagyma buroklevél-epidermisz sejtjeinek  $O$  értékei planimetrálva, Molokban kifejezve

I. M nádcukor	2. I. széria	3. II. széria
0,35	nincs plazmolízis	nincs plazmolízis
0,4	nincs plazmolízis	0,36
0,6	0,45	0,37
0,8	0,48	0,46
1,0	0,53	—

Mindkét szériánál megfigyelhető az, hogy a tömény plazmolitikumok az  $O$  érték megugrását eredményezik (0,53 ill. 0,46M). Ha az I. széria 0,6 és 0,8, a II. széria 0,4 és 0,6M cukoroldatok segítségével mért értékeit külön-



2. ábra. 0,4M és 0,6M nádcukor oldatokkal plazmolizált epidermisz sejtek a hagyma burokleveléről

Рисунок 2. Плазмолизованные растворами сахарозы в 0,4 М и 0,6 М клетки кожицы перигамия лука.

Fig. 2. Epidermic cells from the scaly leaves of the onion, plasmolyzed with 0.4M and 0.6M sucrose solutions

külön átlagoljuk és azokat összehasonlítjuk, azt látjuk, hogy az első széria két hígabb plazmolitikummal kapott értékeinek átlaga 0,46M, a második szériáé 0,37M. A két értékhez tartozó  $P < 0,0002$ , tehát a két különböző hagyma epidermisz sejtjeinek ozmótikus értéke biztosan különbözik egymástól és ezt a planimetrikus módszer — nem túl tömény plazmolitikum esetén — jól kiadja.

A 2. ábrán lerajzoltuk a II. széria 0,4 és 0,6M cukorral nyert plazmolízis képeit. Érdekes megjegyeznünk ezekről azt, hogy a 0,4M cukor okozta plazmolízis fokot a HÖFLER-féle módszerrel nem lehet megmérni, mert a plazma még nem gömbölyödött le szabályos meniskuszkoszá. A planimetrikus  $O_{p1} =$



= 0,36M. A 0,6M cukoroldathoz tartozó plazmolíziskép mindkét módszerrel kiértékelhető:  $O_{p1} = 0,37$ ,  $O_{ps} = 0,37$ . Ez a két kép és a kapott eredmények jól szemléltetik a planimetrálásos módszer használhatóságát és előnyét.

### Összefoglalás

Dolgozatunkban részletesen ismertettük a HÖFLER-féle plazmometria módszerét. Rámutattunk arra, az irodalomban is többször hangsúlyozott tényre, hogy ez a módszer csak szabályos henger- vagy hasábalakú sejtekben és csak akkor használható, ha a plazmatömlő szabályos konvex plazmolízist mutat. Szabálytalan alakú, vagy nem domború felülettel zsugorodó protoplazma esetére megkíséreltük a sejt, illetve plazma körvonalainak vetülete által alkotott felületek mérésével meghatározni a plazmolízis fokát.

A vöröshagyma pikkely levél epidermisz sejtjein végzett vizsgálataink azt bizonyítják, hogy ez a módszer az előzővel jól megegyező eredményt ad, csupán töményebb plazmolitikum használatakor mutatkozik bizonytalanság. Ez a plazmatömeg és a meniszkuszok domborúsága miatt előálló térfogatcsökkenés aránytalanságára vezethető vissza. A hibát nem túl tömény plazmolitikum használatával küszöbölhetjük ki, de ez lapos sejtek esetében amúgy is kisebb jelentőségű.

Itt kell rámutatnunk arra a tényre, hogy a különböző koncentrációjú plazmolitikum okozta plazmometrikus zavarokra már többen rámutattak, a nem ozmótikus vízfelvétel fontos szerepét hangsúlyozva. BOGEN, BOGEN és PRELL (1953) eszmefuttatásához a meniszkuszok okozta hiányosság felvetésével igyekszünk újabb szempontokkal hozzájárulni.

Közölt méréseinkkel egyrészt a két módszer megegyezését igazoltuk, másrészt bebizonyítottuk, hogy két különböző széria közt a különbség planimetricusan is jól mérhető. Egy, az igen híg plazmolitikum miatt még tökéletlen meniszkuszú mintán bizonyítottuk be, hogy a felületmérő módszer ott is használható és jó eredményt ad, ahol a klasszikus plazmometria már felmondja a szolgálatot.

Köszönetünket fejezzük ki dr. FÁBIÁN GYULA tud. oszt. vezetőnek a statisztikai kiértékelés során nyújtott hasznos tanácsaiért.

### IRODALOM

- BOGEN, H. J. (1953): Beiträge zur Physiologie der nichtosmotischen Wasseraufnahme. — *Planta*, **42**, 140—155.
- BOGEN, H. J. and H. PRELL (1953): Messung nichtosmotischer Wasseraufnahme an plasmolysierten Protoplasten. — *Planta*, **41**, 459—479.
- CASPERSON, T., T. FREDRIKSSON and K. G. THORSSON (1953): A microplanimeter for measurement of endonuclear structures. — *Hereditas*, **39**, 201—208.
- HÖFLER, K. (1918): Permeabilitätsbestimmung nach der plasmometrischen Methode. — *Ber. deutsch. bot. Ges.* **36**, 414—422.
- HÖFLER, K. (1934): Permeabilitätsstudien an Stengelzellen von *Majanthemum bifolium*. (Zur Kenntnis spezifischer Permeabilitätsreihen I.) — *Sitzgsber. Akad. Wiss. Wien, Math.-nat. Kl. I.* **143**, 213—264.
- PÁTAU, K. (1943): Zur statistischen Beurteilung von Messungsreihen (Eine neue t-Tafel). — *Biol. Zbl.* **63**, 152—168.
- STRUGGER, S. (1949): Praktikum der Zell- und Gewebephysiologie der Pflanze. — Pflanzenphysiologische Praktika Bd. 2. — 2. Aufl. — *Berlin*, 255 S.



## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСМОТИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН НОВЫМ ПЛАЗМОМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

Л. Тот, Л. Фельфельди

### Резюме

#### Объяснения к таблицам

В данной статье излагается классическая плазмометрия по Хёфлеру. Этот метод применим только в случае правильных цилиндрических, или призматических клеток, и только при правильно выпуклом плазмолизе. В случае тканей с клетками неправильной формы, или проявляющих не выпуклый плазмолиз, авторы попытались определить степень плазмолиза на основании отношения площадей образованных контурами клеток и плазмы. В этом случае уравнение

$$G = V_p : V_z$$

модифицируется и будет

$$G = T_p : T_z.$$

Авторами были проведены измерения на клетках кожицы чешуйчатых листьев лука в целях сравнения вышеприведенных двух методов. Для статистической оценки они пользовались методикой *Пэту* (1943).

Из таблицы 2 ( $C$  = концентрация примененных плазмолитикумов,  $O_{ps}$  величина предельного плазмолиза, определенной методом Хёфлера,  $O_{pl}$  предельный плазмолиз, определенный планиметрическим методом,  $P$  = статистическая величина) выявляется, что между результатами вышеуказанных двух методов не имеется статистической разницы, так как  $P \geq 0,05$ .

Согласно данным таблицы 3 (см. Methods) полученные плазмиметрией *Хёфлера*  $O$  величины, в случае применения раствора сахарозы в 0,6 и 1,0 М, также не являются различными ( $P = 0,140$ ), однако, результаты планиметрического метода не совпадают полностью ( $P = 0,0095$ ).

Недостаток обуславливается отсутствующей при планиметрическом методе поправкой мениска. Этот недостаток можно устранить применением не слишком концентрированного плазмолитикума, а в плоских клетках в которых мениск менее выпуклый, он незначителен.

На таблице 4 (1 = М сахарозы, 2 = I. серия, 3 = II. серия) приведены изотонические величины клеток эпидермиса двух различных сортов лука. Применяя концентрированный плазмолитикум наблюдается в обоих случаях скачок. Однако, полученные на основании менее концентрированных плазмолитикумов результаты, дают статистически выражено различные величины ( $P < 0,0002$ ), что служит доказательством того, что этот метод верно отражает разницу.

Изображенную на рис. 2 и полученную в растворе сахара 0,4 М степень плазмолиза, нельзя измерить методом *Хёфлера* (мениски имеют неправильную форму). Планиметрический  $O_{p1} = 0,36$  М. Полученную раствором сахарозы 0,6 М картину плазмолиза можно оценить при помощи обоих методов:  $O_{p1} = 0,37$ ,  $O_{ps} = 0,37$  М. Рисунки и полученные результаты наглядно пока зывают применимость планиметрического метода также и в тех случаях, при которых метод (*Хёфлера*) не пригоден. На таблице I приводятся данные изменения фактора мениска в функции частного  $0:0$  (Хёфлер ап. Штруггер 1949, 102).

## A NEW PLASMOMETRIC METHOD FOR DETERMINING THE OSMOTIC VALUE IN PLANT CELLS

L. K. TÓTH AND L. J. M. FELFÖLDY

### Summary

This paper deals with the classic plasmometric method of HÖFLER. This method can be applied only to cylindrical or prismatic cells, and only when the plasmolysis is regularly convex. We tried to determine the degree of plasmolysis in tissues consisting of cells which were irregular in form, or which showed no convex plasmolysis, by the relationships between the areas formed by the outlines of the cell and the plasma. In this case the equation  $G = V_p : V_z$  changes to  $G = T_p : T_z$ .



Measurements were made on the epidermal cells of the scaly leaves of the onion to compare the two methods, and PÄTAU's (1943) method was used for statistical evaluation.

In *Table 2* ( $C$  = the concentration of the plasmolytica used,  $O_{ps}$  = isotonic value measured by HÖFLER's plasmometry,  $O_{p1}$  = the same according to our planimetric method,  $P$  = PÄTAU's statistical value) we may see that there is no statistical difference between the results given by the two methods, as  $P > 0,05$ .

According to the data in *Table 3*. (1. Methods) there is no difference between the  $O$  values with 0,6M and 1,0M sucrose solutions when measured by HÖFLER's plasmometric method ( $P = 0,140$ ); when measured by the planimetric method, however, the values do not correspond entirely ( $P = 0,0095$ ).

This inexactitude is due to the lack of meniscus correction in the planimetric method. It can be eliminated, however if the concentration of the plasmolyticum is not very high. On the other hand, in flat cells, where the meniscus is less convex, it is not considerable.

In *Table 4* (1. = *M* cane sugar, 2. = series I, 3. = series II) the isotonic values of the epidermal cells of two different bulbs are given. When the concentration of the plasmolyticum was high there was a jump in both cases. When plasmolytica of low concentration were used, the result showed definite statistical differences ( $P < 0,0002$ ), which proves that this statistical method truly reflects the differences.

In *Figure 2* it is shown that the degree of plasmolysis produced by 0,4M sucrose solution cannot be measured by HÖFLER's method (the menisci are not regular). The planimetric  $O_{p1} = 0,36M$ . The plasmolysis produced by 0,6M sucrose solution can be evaluated by both methods:  $O_{p1} = 0,37$ ,  $O_{ps} = 0,37M$ . These graphs and the results obtained demonstrate very well the usefulness of the planimetric method where HÖFLER's method fails.