PRESLIA 1952
XXIV: 235—248

Spurný M. a Úlehla J.:

Speciální měrné nástavce k Amslerovu objemoměru.

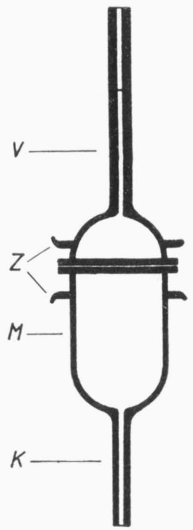
(Práce z ústavu pro fysiologii rostlin Masarykovy university v Brně.)

Nepravidelnost tvaru a neznámá hustota biologických objektů znemožňuje početní stanovení jejich objemu; v těchto případech stanovuje se tak, že se měří objem kapaliny objektem vytlačené. Na tomto principu konstruovaný objemoměr fy Amsler typ VM 9a podle Breuila (Alfred J. Amsler & Co., Schaffhausen, Schweiz) se běžně užívá v technické praxi a zvláště je vhodný pro studium fysikálního stavu dřeva (Rypáček 1952). Detailní popis konstrukce přístroje je uveden ve firemním prospektu. V podstatě sestává přístroj z kovové měrné jímky, opatřené víkem, v němž je utěsněna skleněná kapilára s posuvnou ryskou. Užívá se rtuti jako objemoměrné tekutiny; její hladinu lze zvedat a snižovat pomocí pístu spojeného s mikrošroubem. Hodnoty objemu lze odečítati s přesností na 3 mm³; odhadem na 1 mm³. Při měření objemu postupujeme tak, že po uzavření přístroje zvedneme hladinu rtuti po nastavenou rysku na kapiláře a odečteme příslušnou hodnotu na mikrošroubu pomocí nonia. Snížíme hladinu rtuti, do měrné komory uzavřeme pokusný objekt, zvedneme hladinu po rysku a znovu odečteme; rozdíl obou čtení násoben číslem *0,3* udává objem objektu (1 otočka mikrošroubu odpovídá 0,3 ccm). Kromě popsaného základního způsobu použití osvědčila se nám ve spojení s Amslerovým přístrojem sada výměnných skleněných nástavců, které rozšiřují jeho použitelnost.

A. Nástavec na rychlé měření objemu malých objektů ve rtuti. (Obr. 1.)

Popis a sestavení přístroje:

Jímka *M* s natavenou kapilárou *K* zatěsní se do víka objemoměru. Na zabroušenou plochu jímky, lehce potřenou lanolinem, dosedá víčko *V*, které má na kapiláře vyznačenu rysku. K jímce i k víčku jsou přitaveny záchytky *Z* pro gumičky nebo ocelové vzpružiny.



Obr. 1.

Postup při měření:

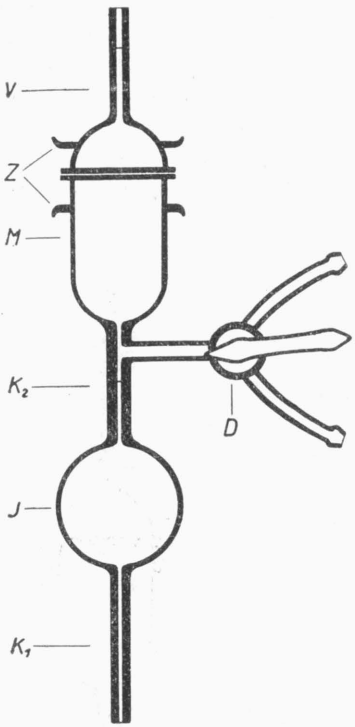
Nejprve nutno stanovit základní objem rtuti v přístroji. Postupujeme tak, že pístem vyrovnáme hladinu rtuti s ryskou na kapiláře víčka *V* a čtení na mikrošroubu zaznamenáme; hladinu rtuti opět snížíme. Vložíme pokusný objekt do jímky *M* a hladinu rtuti vyrovnáme s ryskou na kapiláře víčka *V*.

(V případě, že malé pokusné objekty ucpávají při zvedání hladiny rtuti ústí kapiláry víčka *V*, vtavíme do víčka záchytné skleněné trny.)

Rozdíl obou čtení na mikrošroubu, násobený *0,3* udává objem objektu v ccm.

Kromě snadného a rychlého uzavírání měřeného objektu do jímky je výhodou užívati tohoto nástavce v těch případech, kdy je nutno kontrolovat dokonalé oblití objektu rtutí, neboť vzduchové bubliny mohou být příčinou značných chyb při měření objemu malých objektů.

B. Nástavec na měření objemu objektů v kapalinách jiných než rtuť. (Obr. 2.)



Obr. 2.

Popis a použití přístroje:

Spodní díl nástavce sestává z měrné jímky *M* spojené s pomocnou jímkou *J* stejného objemu a je opatřen bočním vývodem s trojcestným kohoutem *D*. Na jímku *M* dosedá víčko *V* s kapilárou, opatřenou ryskou. Rtuť sahá v přístroji až po rysku na kapiláře K_2; tím je zaručeno, že užitá objemoměrná tekutina nepřijde do měrné komory vlastního přístroje a nezpůsobí korosi.

Postup při měření:

Stanovíme základní objem rtuti v přístroji tak, že nastavíme její hladinu po rysku na kapiláře K_2. Víčkem *V* uzavřenou jímku *M* napustíme objemoměrnou kapalinou po rysku na kapiláře víčka *V*; čtení na mikrošroubu zaznamenáme. Po snížení hladiny roztoku vložíme objekt do jímky *M*, přiložíme víčko a zvedneme hladinu kapaliny po rysku na kapiláře víčka *V*. Rozdíl obou čtení, násoben *0,3* udává objem měřeného objektu.

Protože na povrchu objektu, který po každém měření vyjmeme z jímky, ulpí film měrné tekutiny, je nutno pro další měření nově nastavit rtuť i kapalinu po příslušné rysky. Při použití vodných roztoků možno měřit tímto nástavcem objem objektů s bohatě členěným povrchem, jež by rtuť dokonale nezalila. Sledujeme-li na př. bobtnání rostlinné tkáně ve zředěném cukerném roztoku, můžeme měřit její objem v roztoku stejného složení (Spurný 1951). Rtuť v takových případech je jako objemoměrná tekutina nepoužitelná jednak pro svůj toxický účinek na živou tkáň, jednak pro svoji vysokou hustotu, čímž by byly malé vzorky měkkých tkání deformovány. Měření tímto nástavcem je natolik rychlé, že je možno získat měrná data v intervalu dvou minut; v této době je započato nutné osušování objektu před měřením.

C. Nástavec na současné měření objemu objektů a množství jím imbibované kapaliny. (Obr. 3.)

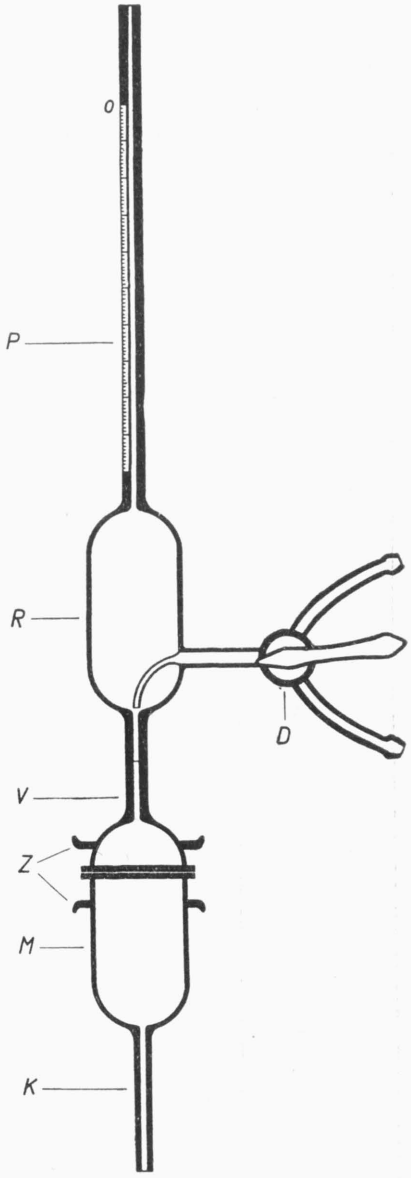
Popis a sestavení nástavce:

Spodní část nástavce je tvořena jímkou *M*, která se zatěsní do víka objemoměru pomocí kapiláry *K*. Zabroušenými plochami dosedá na ni víčko *V*, spojené kapilárou s jímkou *R* o stejném objemu jako *M*. Jímka *R*, do níž je vtavena výpust s trojcestným kohoutem, vyúsťuje v natavenou, dělenou pipetu, jejíž objem volíme podle velikosti pokusného objektu a jeho imbibiční schopnosti.

Postup při měření:

Stanovení základního objemu rtuti v přístroji provedeme tak, jak uvedeno sub B. Snížíme hladinu rtuti a vložíme pokusný objekt; jímku *M* uzavřeme víčkem *V*, zajistíme gumičkami a zvedneme hladinu rtuti po rysku na kapiláře víčka. Odečteme hodnotu na mikrošroubu; z rozdílu obou čtení vypočteme uvedeným způsobem objem objektu. Nyní vpustíme do jímky *R* pokusnou tekutinu tak, aby sahala od hladiny rtuti po nulu na dělené pipetě. V čase, značícím počátek pokusu, snížíme pístem hladinu rtuti, takže tekutina z jímky *R* vyplní prostor měrné jímky *M*; objekt je tím ponořen do imbibiční tekutiny. V libovolném časovém intervalu můžeme současně stanovit objem objektu i objem kapaliny jím přijaté tak, že zvedneme pístem hladinu rtuti po rysku na kapiláře víčka *V* a známým způsobem zjistíme objem; současně pokles sloupce tekutiny v dělené pipetě udává objem kapaliny imbibované objektem.

Protože ihned po obojím odečtení, které trvá jen krátkou dobu, uvedeme objekt opět ve styk s imbibiční kapalinou, můžeme považovat vlastní proces botnání za pochod prakticky kontinuitní.



Obr. 3.

Pomocí tohoto nástavce byly sledovány objemové změny a současně i množství imbibované vody bobtnajícího semene hrachu (*Pisum sativum*). K pokusu bylo užito jednoho semene o objemu 182,7 mm³ a o vlhkosti 8,5%; bobtnání bylo studováno v destilované, převařené vodě při teplotě 22° C. Postup při měření byl týž, jak uvedeno v odstavci C. Výsledky jsou uvedeny v tabulce.

TABULKA — TABLE

1	2	3	4	5	6	7	8
Doba ponoření v min. Time of immersion (min.)	Hodnota čtená z objemoměru Values taken from volumometer	Objem semene v mm³ Volume of the seed (mm³)	Spotřeba vody v kapiláře (mm³) Water consumption in the capillar (mm³)		Vodní film v mm³ Water film in mm³	Objem semene po korekci (mm³) Volume of the seed after correction	Objem imbib. vody po korekci (mm³) Volume of water imbib. after correct.
		V_x	I_x	$V_x - V_2$ (mm³)	R_x	V_{xk}	I_{xk}
0	0,609	182,7	0,0	0,0	0,0	182,7	0,0
2	0,630	189,0	5,2	0,0	5,2	182,8	0,0
5	0,635	190,5	5,8	1,5	5,2	185,3	0,6
10	0,635	190,5	5,8	1,5	5,2	185,3	0,6
15	0,636	190,8	5,9	1,8	5,2	185,6	0,7
20	0,637	191,1	5,8	2,1	5,2	185,9	0,6
25	0,637	191,1	5,9	2,1	5,2	185,9	0,7
30	0,637	191,1	5,7	2,1	5,2	185,9	0,5
35	0,637	191,1	5,5	2,1	5,2	185,9	0,3
40	0,639	191,7	6,5	2,7	5,2	186,5	1,3
45	0,640	192,0	6,5	3,0	5,3	186,7	1,2
50	0,641	192,3	7,0	3,3	5,3	187,0	1,7
55	0,642	192,6	7,2	3,6	5,3	187,3	1,9
60	0,644	193,2	7,4	4,2	5,3	187,9	2,1
70	0,660	198,0	9,3	9,0	5,4	192,6	3,9
75	0,671	201,3	10,9	12,3	5,5	195,8	5,4
80	0,679	203,7	13,0	14,7	5,6	198,1	7,4
85	0,694	208,2	16,8	19,2	5,7	202,5	11,1
90	0,716	214,8	23,0	25,8	5,9	208,9	17,1
95	0,734	220,2	27,1	31,2	6,1	214,1	21,0
100	0,751	225,3	34,0	36,3	6,2	219,1	27,8
105	0,763	228,9	41,6	39,9	6,3	222,6	35,3
115	0,798	239,4	51,5	50,4	6,6	232,8	44,9
120	0,812	243,6	54,8	54,6	6,7	236,9	48,1
130	0,864	259,2	72,5	70,2	7,1	252,1	65,4
140	0,907	272,1	86,5	83,1	7,5	264,6	79,0
150	0,935	280,5	98,7	91,5	7,7	272,8	91,0
165	0,967	290,1	115,5	101,1	8,0	282,1	107,5
180	1,005	301,5	130,0	112,5	8,3	293,2	121,7
195	1,035	310,5	143,2	122,5	8,6	301,9	134,6
225	1,089	326,7	163,5	137,7	9,0	317,7	154,5
360	1,225	367,5	256,0	178,5	10,2	357,3	245,8
405	1,275	382,5	282,0	193,5	10,6	371,9	271,4
600	1,350	405,0	379,3	216,0	11,2	393,8	368,1
1275	1,370	411,0	472,3	222,0	11,4	399,6	460,9
1605	1,384	415,2	499,0	226,2	11,5	403,7	487,5

Text k obrázkům:

Obr. 1. Nástavec na rychlé měření objemu malých objektů ve rtuti.

Kapilára k utěsnění nástavce do víka objemoměru (K), měrná jímka (M), víčko s kapilárou s vyznačenou ryskou (V), záchytky pro gumičky (Z).

Рис. 1. Наставка для быстрого измерения объема небольших объектов в ртути.

Капилляр для утеснения наставки к крышке волюметра (K), мерный резервуар (M), крышка с капилляром и с обозначенной меткой (V), зацепки для резиновых колец (Z).

Fig. 1. Special glass-apparatus for the volume determination of small objects (as volumetric liquid mercury is used).

Capillary tube (K) to tightening the apparatus into the cover of the volumeter, glass-resevoir to putting in the object under examination (M), glass-cover with a capillary tube provided with a mark (V), clutches for stretching on the rubber-fibres (Z).

Obr. 2. Nástavec na měření objektů v kapalinách jiných než rtuť.

Kapilára k utěsnění nástavce do víka objemoměru (K_1), pomocná jímka (J), spojovací kapilára s ryskou (K_2), měrná jímka (M), víčko s kapilárou s vyznačenou ryskou (V), záchytky pro gumičky (Z), trojcestný kohout (D).

Рис. 2. Наставка для измерения объемов в иных жидкостях нежели ртуть.

Капилляр для утеснения наставки к крышке волюметра (K_1), вспомогательный резервуар (J), соединительный капилляр с меткой (K_2), мерный резервуар (M), крышка с капилляром и с обозначенной меткой (V), зацепки для резиновых колец (Z), трехходовый кран (D).

Fig. 2. Special glass-apparatus for the volume determination, if other volumetric liquids than mercury is used.

Capillary tube (K_1) to tightening the apparatus into the cover of the volumeter, glass-reservoir (J), connecting capillary tube with a mark (K_2), glass-reservoir to putting in the object under examination (M), glass-cover with a capillary tube (V), three way cock (D), clutches for stretching on the rubber-fibres (Z).

Obr. 3. Nástavec na současné měření objemu objektů a množství jím imbibované kapaliny.

Kapilára k utěsnění nástavce do víka objemoměru (K), měrná jímka pro vkládání pokusných objektů (M), víčko s kapilárou s vyznačenou ryskou (V), záchytky pro gumičky (Z), zásobní jímka (R), trojcestný kohout s výpustí (D), natavená dělená pipeta (P).

Рис. 3. Наставка для одновременного измерения объема объекта и количества поглощенной им жидкости.

Капилляр для утеснения наставки к крышке волюметра (K), мерный резервуар для погружения испытуемых объектов (M), крышка с капилляром и с обозначенной меткой (V), зацепки для резиновых колец (Z), запасной резервуар (R), выпускной трехходовый кран (D), впаянная градуированная пипетка (P).

3. Fig. Special apparatus for simultaneous volume determination of objects and liquid imbibed by it.

Capillary tube to tightening the apparatus into the cover of the volumeter (K), glass-reservoir to putting in the objects under examination (M), glass-cover with a capillary tube provided with a mark (V), clutches for stretching on the rubber-fibres (Z), glass-reservoir (R) with a scale pipette (P), three way cock (D).

Při hodnocení získaných měrných dat nutno uvážit, že skutečný objem semene lze v přístroji stanovit jen pokud nebylo dříve ponořeno do vody, t. j. v tabulce hodnota, naměřená v čase 0. Zvětšení objemu, zjištěné měřením po dvouminutovém ponoření, není způsobeno nabobtnáním, nýbrž ulpělým vodním filmem na povrchu semene; objem tohoto filmu je dán poklesem sloupce vody v pipetě nástavce. Tedy skutečný objem semene i množství imbibované vody lze určit teprve po provedení příslušné korekce. Poněvadž však dalším bobtnáním se zvětšuje objem semene a tím i objem vodního filmu, je třeba provésti korekci pro každé naměřené datum v průběhu bobtnání.

Korekci objemu semene (V_{xk}) provedeme tak, že od naměřeného objemu (V_x) odečteme hodnotu vodního filmu (R_x); tato resultuje z objemu vodního filmu (R_0) pro základní objem semene (V_0), a z koeficientu (k), udávajícího zvětšení objemu vodního filmu, zvětší-li se objem semene o 1 mm³. Koeficient je podíl, resultující z rozdílu objemů semene v čase 0 (V_0) a po 1605 minutovém ponoření (V_{1605}) a z rozdílu objemů vodního filmu po 1605 minutovém ponoření (R_{1605}) a v 0 čase ponoření (R_0); tento objem vodního filmu (R_{1605}) je úměrný zvětšení objemu semene po 1605 minutovém ponoření (V_{1605}).

Korekci objemu imbibované vody (I_{xk}) provedeme odečtením výše uvedené hodnoty (R_x) od naměřené celkové spotřeby vody (I_x) v dělené pipetě nástavce.

Korigovaný objem semene po x- minutovém ponoření (V_{xk}):

$$V_{xk} = V_x - R_x \tag{1}$$

R_x značí objem vodního filmu pro x dobu ponoření,

V_x značí objem semene v x době ponoření (v tabulce hodnoty v sloupci 3.).

Pro výpočet objemu vodního filmu semene pro x dobu ponoření (R_x) platí vztah:

$$R_x = R_0 + k\,(V_x - V_2) \tag{2}$$

kde V_2 značí objem semene po 2minutovém ponoření, k je koeficient, R_0 objem vodního filmu pro objem semene V_0 (základní objem v čase 0).

Výpočet koeficientu k:

$$k = \frac{\Delta R}{\Delta V} \tag{3}$$

kde ΔR značí rozdíl objemu vodního filmu po 1605minutovém ponoření a v 0 čase ponoření ($R_{1605} - R_0$),

ΔV značí rozdíl objemu semene, naměřený po 1605minutovém ponoření a v 0 čase, zmenšený o objem vodního filmu po 1605minutovém ponoření ($V_{1605} - [V_0 + R_{1605}]$).

Výpočet objemu vodního filmu po 1605minutovém ponoření (R_{1605}):

$$R_{1605} = \frac{R_0 \cdot V_{1605}}{V_0 + R_0} \tag{4}$$

kde V_0 značí objem semene v čase 0,

V_{1605} značí objem semene po 1605minutovém ponoření.

Po dosazení hodnot z tabulky do výrazu (4):

$$R_{1605} = \frac{5{,}2 \cdot 415{,}2}{182{,}7 + 5{,}2}$$

$$\underline{R_{1605} = 11{,}5}$$

Po dosazení této hodnoty pro výpočet R a V:

$$\Delta R = 11{,}5 - 5{,}2; \qquad \Delta V = 415{,}2 - 182{,}7 + 11{,}5$$

$$\Delta R = 6{,}3 \qquad \Delta V = 221{,}0$$

Dosazením do rovnice (3):

$$k = \frac{6{,}3}{221{,}0}$$

$$\underline{k = 0{,}028}$$

Korigovaný objem imbibované vody pro x dobu ponoření (I_{xk}) vypočteme ze vztahu:

$$I_{xk} = I_x - R_x \tag{5}$$

kde I_x značí objem spotřebované vody v x době ponoření (v tabulce hodnoty sloupce (4).

Příklad výpočtu korekce objemu semene (V_{120k}) a korekce objemu imbibované vody (I_{120k}) po 120minutovém ponoření:

$$V_{120} = V_{120} - R_{120} \text{ [rovnice (1)]}$$

Výpočet R_{120} po dosazení hodnot z tabulky do výrazu (2):

$$R_{120} = 5{,}2 + 0{,}028\ (243{,}6 - 189{,}0)$$

$$\underline{R_{120} = 6{,}7 \text{ mm}^3}$$

$$V_{120k} = 243{,}6 - 6{,}7$$

$$\underline{V_{120k} = 236{,}9 \text{ mm}^3}$$

Korigovaný objem imbibované vody pro 120. minutu ponoření (I_{120k}) po dosazení hodnoty z tabulky do výrazu (5):

$$I_{120k} = 54{,}8 - 6{,}7$$

$$I_{120k} = 48{,}1 \text{ mm}^3$$

Při všech objemoměrných stanoveních nutno uvážit, že přesnost získaných hodnot závisí na absolutním dodržení konstantní teploty v okolí přístroje; také rychlost otáčení pístu ovlivňuje přesnost měření a proto nutno pracovat tak, aby zvýšení teploty, působené třením a stlačováním rtuti bylo minimální.

М. Спурный и И. Улегла.

Специальные мерные наставки к волюметру Амслера.

Институт физиологии растений университета им. Масарика в Брне ЧСР.

В технической практике обычно пользуются для определения объема многочисленных объектов волюметром ф-мы Амслер типа М9а Брея (Альфред И. Амслер Ком., Шафгаузен, Швейц). Этот аппарат является особенно пригодным для изучения физического состояния дерева (Рыпачек, 1952).

Подробное описание аппарата приведено в каталоге фирмы.

В сущности аппарат состоит из металлического мерного резервуара, снабженного крышкой, к которому плотно прикреплен стеклянный капилляр с подвижной меткой. Мерный резервуар наполнен ртутью, уровень которой мы можем поднимать и опускать при помощи поршня, соединенного с микрометрическим винтом. При измерении объема мы поступаем тем способом, что по закрытии аппарата поднимаем уровень ртути до метки на капилляре и отсчитываем соответствующее числовое значение микрометрического винта при помощи нониуса. Затем снижаем уровень ртути, в мерный резервуар помещаем испытуемый объект, поднимем уровень до метки и снова отсчитываем; разница двух отсчетов, умноженная на 0,3, укажет объем объекта (1 оборот микрометрического винта соответствует 0,3 см³). Кроме описанного основного способа применения оказался пригодным в соединении с аппаратом Амслера набор вымениваюшихся стеклянных наставок, которые расширяют его пользование.

А) **Наставка для быстрого измерения объема небольших объектов в ртути.** (Рис. 1).

Резервуар *M* с припаянным капилляром утесняется к крышке волюметра. На притертую поверхность капилляра *K*, слегка смазанную ланолином, устанавливается крышка *V*, которая имеет на капилляре обозначенную метку. К резервуару и крышке припаяны зацепки *Z* для резиновых колец или стальной пружины. При измерении помещаем объект

в резервуар M и уровень ртути выравниваем с меткой на капилляре крышки V. Отсчитывание производим тем же способом. Кроме легкого и быстрого вкладывания измеряемого объекта в резервуар, эту наставку выгодно применять в тех случаях, когда необходимо контролировать полное покрытие объекта ртутью, так как воздушные пузырьки могут быть причиной больших ошибок при измерении объема небольших объектов.

Б) **Наставка для измерения объема в иных жидкостях нежели ртуть.**

Нижняя часть наставки состоит из мерного резервуара K, соединенного с вспомогательным резервуаром J одинакового объема и снабженного боковым выводом с трехходовым краном D. В закрытый крышкой резервуар M нальем жидкость, при помощи которой измеряем объем, до метки на капилляре крышки V.

Отсчет на микрометрическом винте запишем. После снижения уровня ртути помещаем объект в резервуар M, приставим крышку и поднимем уровень жидкости до метки на капилляре крышки. Разница двух отсчетов, умноженная на 0,3, укажет объем измеряемого объекта в см^3. Объект вынимаем из резервуара. Для следующего измерения необходимо вновь наставить ртуть и жидкость до метки. При применении водных растворов можно с помощью этой наставки измерять объем объектов с более разветвленной поверхностью, которую бы ртуть в совершенстве не залила. Наставку можно также применить при исследовании объемных изменений ткани в различных растворах; если мы исследуем, например, набухание растительной ткани в разбавленном сахарном растворе, то можем измерять ее объем в растворе одинакового состава (С п у р н ы й, 1951).

Измерение при помощи этой наставки настолько быстрое, что можно получить измеряемые данные в интервале двух минут; в этот промежуток засчитана и необходимая осушка ткани перед измерением.

В) **Наставка для одновременного измерения объема объекта и количества впитанной им жидкости.** (Рис. 3.)

Нижнюю часть наставки образует капилляр K, который переходит в резервуар M. К нему присоединяется зашлифованными краями крышка V, соединенная при помощи капилляра с резервуаром R такого же объема как и резервуар M. Резервуар R, в который запаян выпускной трехходовый кран, переходит в припаянную градуированную пипетку, объем которой выбираем в зависимости от величины испытуемого объекта и его способности к пропитыванию.

Определение основного объема ртути в аппарате производим тем же способом, как было указано в разд. Б. После этого впускаем в резервуар R испытуемую жидкость так, чтобы она заполняла пространство от уровня ртути до нуля градуированной пипетки. В момент начала опыта снизим поршнем уровень ртути, так что жидкость из резервуара R заполнит пространство мерного резервуара M; благодаря этому объект будет погружен в пропитывающую жидкость. В произвольном временном интервале мы можем одновременно определить объем объекта и объем впитанной им жидкости тем способом, что поднимем поршнем уровень ртути до метки на капилляре крышки V и известным нам способом определим объем; одновременное снижение столбика жидкости в градуированной пипетке

укажет нам объем жидкости впитанной объектом. Ввиду того что сейчас же после двойного отсчета, который продолжается очень короткое время, приводим объект снова в соприкосновение с поглощаемой жидкостью, можем считать процесс набухания непрерывным процессом. При помощи этой наставки были исследованы объемные изменения и одновременно количество поглощенной воды набухающего семени гороха (*Pisum sativum*).

Для опыта было взято одно семя объема 182,7 мм³ и влажности 8,5%; набухание было исследовано в дестиллированной переваренной воде при температуре 22° С. Режим при измерении был тот же как указано в разделе В. Результаты приведены в таблице. При оценке полученных данных надо принять во внимание, что действительный объем семени можно определять в аппарате только в том случае, если оно не было ранее погружено в воду, т. е. в таблице числовое значение измеренное при 0 времени. Увеличение объема, определенное измерением после двухминутного погружения, не является результатом набухания, но прилипшей водяной пленкой на поверхности семени; объем этой пленки выражается снижением столбика воды в пипетке наставки. Следовательно, действительный объем семени и количество поглощенной воды можно определить только после проведения соответствующей поправки. Но так как при дальнейшем набухании увеличивается объем семени, а благодаря этому и объем водяной пленки, то поправку необходимо производить при каждом измеряемом значении во время набухания.

Вычисление обьема водяной пленки семени при x времени погружения (R_x) производим по уравнению:

$$R_x = R_0 + K\ (V_x - V_2)$$

где:

R_0 — объем водяной пленки при объеме семени V_0 (основной объем при времени 0),

K — коэффициент,

V_x — объем семени при x времени погружения (в таблице значения в столбце 3),

V_2 — объем семени после двухминутного погружения.

Исправленный объем семени после x-минутного погружения (V_{xk}) вычисляем по уравнению:

$$V_{xk} = V_x - R_x$$

Исправленный объем поглощенной воды при x времени погружения (I_{xk}) вычисляем по уравнению:

$$I_{xk} = I_x - R_x$$

где: I_{xk} означает объем израсходованной воды при x времени погружения (в таблице значения столбца 4).

При всех объемных измерениях необходимо сохранять в окружающей среде аппарата постоянную температуру.

M. Spurný and J. Úlehla:

Supplementary glass-apparatus for the volume determination by means of Amsler's volumometer.

Because of the irregularity of the form and the unknown density of many objects, a numerical determination of their volume is imposible. In those cases, the volume is determinated in the way of measuring the volume of a suitable volumetric liquid expressed by objects immersed. On this principle constructed Amsler's volumometer typ VM 9a after Breuil (A. J. Amsler Co., Schaffhausen, Schweiz) is commonly used in the technical praxis and especially in studies on timbre physic (Rypáček V. 1952). The detailled description of this apparatus see in the firm prospect. Its essential constituent parts makes a metal mercury-reservoir with a screwed cover, in which a glass capillary tube is tightened. By measuring the volume, the mercury niveau in the reservoir can be heightened or lowered by means of a piston connected with the misroscrew, one turn of which indicates a volume change of 0,3 ccm. To measure the volume of object under examination, the primary volume of mercury in the apparatus must be determinated at first by leveling the mercury niveau with the mark on the capillary tube; the value on the miscroscrew, multiplied by 0,3 indicates the primary volume in ccm. After lowering the mercury niveau, the object is placed into the reservoir the cover of which is screwed, the mercury niveau is leveled with the mark and the reading, multiplied by *0,3* is marked again. The difference between these two values indicates the volume of the object.

Besides of this primary arrangement of the volume determination as described above, it's necessary, for certain special purpose, to use some of the special supplementary glass apparatus, constructed by authors of this paper. These apparatus can be tightened into the cover of the Amsler's volumometer and so they replace the originally glass capillary tube.

A. Special glass-apparatus for the volume-determination of small objects.

As volumometric liquid mercury is used again.

Description of this apparatus see fig. 1.

Method of measuring: The reservoir *M* with capillary *K* is tightened in the cover of the volumometer; the grinded planes of the glass-apparatus are painted with a slightly layer of anhydrous lanoline. The glass cover *V* carrying a capillary provided with a mark, is tightened to the reservoir *M* by means of two rubber-fibres (clutches *Z*). Now, the primary volume of mercury in the apparatus is determined by leveling his niveau with the mark on the capillary of the glass cover. The value on the microscrew is marked. Then, the niveau of mercury is lowered again, the cover *V* is taken off and the object under examination is put into the reservoir *M*. After tightening the cover, the niveau is leveled with the mark again and the difference between two values so stated, multiplied by *0,3*, indicates the volume of the object.

The advantage by using this apparatus is firstly in the possibility of determination the volume much more fastly than in the case, if the primary arrangement is used, because the manipulation, connected with the screwing the iron-

cover, falls off, and secondly of controlling the perfect surrounding the object with mercury. This point is of great importance, because air-bubbles, surrounding the small object after immersion into mercury, are cause of great errors.

B. Special glass-apparatus for volume determination, if other volumetric liquids than mercury must be used.

Description of this apparatus see fig. 2.

Method of measuring.

The capillary K_1 is tightened into the cover of Amsler's volumometer. To determine the primary volume in the apparatus the secondary reservoir J is filled with mercury up to the mark on the capillary K_2. Then, the glass-cover V is tightened to the reservoir M, the grinded plane of which was painted before with a slighly layer of anhydrous lanoline. By means of the three way cock, the reservoir M is filled with a suitable volumetric liquid up to the mark on the capillary V; the value on the microscrew, indicating the originaly volume is marked. After lowering the niveau of the liquid, the cover V is taken off and the object under examination is put into the reservoir M. Then the cover is tightened again and the niveau of liquid is leveled with the respective mark; the difference between the values obtained, multiplied by 0,3 indicates the volume of the object. For further measuring, it's necessary to determine the originally volume not only of mercury but also of the volumometric liquid. The measuring is fast enough to obtain the values in time interval of two minutes; in this time the necessary act of drying the object before putting in the reservoir of the volumometer is included.

The apparatus just described can be used advantageously for all those volume determination, if contact of the biological object with mercury must be prevent either for its toxic action on living tissue or for the presure due to its high density making possible deformation of small soft tissue-samples (Spurný 1951).

C. Glass-apparatus for simultaneous volume determination of object and liquid imbibed by it.

Description of this apparatus see fig. 3.

Method of measuring:

The capillary tube K with reservoir M is tightened into the iron-cover of the Amsler's volumometer. After tightening the second part of the apparatus by means of two rubber-fibers streched on the clutches Z, the primary volume of mercury and of the object is determined (as described sub B); in this state, the mercury niveau is leveled with the mark on the capillary V. Then the reservoir R is filled with volumometric liquid used up to nule on the scale pipette P. At the time, indicating the beginning of the experiment, the mercury niveau is lowered so that the liquid, in which the object is immersed now, occupies the reservoir M. At whetever time interval the volume of the object and of liquid imbibed by it can be determinated: the mercury

niveau is leveled with the mark on the capillary V and the respective value on the miscroscrew is marked; the volume of the object is calculated (see above). Simultaneously, the decrease of the liquid-column in the scale pipette P indicates the volume of liquid imbibed. After lowering the mercury niveau, the object is immersed into liquid again. Because of the shortness of time during the object under examination is not immersed into the respective liquid, the imbibition process can be practically considered as a continues one.

In order to shown an example of a practical emploing of this apparatus the volume changes and simultaneously the volume of water imbibed during the swelling process of the seed of *Pisum sativum* were measured. For this experiment, one seed was used only the volume of which was 182,7 mm³ and the moisture content 8,5 %; the swelling took place in distilled, overboilled water at the temperature 22° C.

The method of measurement was the same as described sub C (see above). The dates, resulting from this experiment are given in the table. An explanation must be given to the experimental dates, summarised in this table; the volume increasing after two minute of immersion is due not to the swelling of the seed but to a thin water film surrounding it, the volume of which indicates the decrease of the water columne in the pippette of the apparatus. Thus, in order to obtain the real volume of the seed during the swelling process, the volume of this water film must be subtracted from the values obtained by direct volume measuring. But with the volume increasing of the seed during the swelling process a corresponding volume increasing of the water film takes place, so that a volume correction must be carried out for each volume determination.

The value of the water film in each time interval of immersion (R_x) can be calculated from the equation:

$$R_x = R_0 + k\,(V_x - V_2)$$

where R_0 is the volume of the water film surrounding the initial volume of the seed; k is a coeficient, indicating the volume increasing of the water film for a volume increasing of the seed of 1 mm³; V_x is the volume of the seed, taken from the direct measuring (see column 3 of the table); V_2 is the volume of the seed after two minute of immersion. The real volume of the seed for each time of immersion (V_{xk}) can be calculated from the equation:

$$V_{xk} = V_x - R_x$$

In the similar way the real volume of the water imbibed during the swelling process (I_{xk}) can be obtained:

$$I_{xk} = I_x - R_x$$

where I_x indicates the mm³ of water consumption in the capillar of the apparatus (column 4 in the table).

In all the volume determination the greatest attention must be paid to keep the temperature surrounding the apparatus absolute constant.

Institute for Plant Physiology, Masaryk university, Brno, ČSR.

Literatura:

1. Rypáček V. Destrukční rozklad blan buněčných borové běli houbou Coniophora cerebella (Pers.) Schröt. Spisy vydávané přírodovědeckou fakultou Masarykovy university, řada K7, číslo 335, 49—70, 1952.

2. Spurný M. Ssavé napětí tkáně Opuntia phaeacanta studováno metodou auxografickou, objemoměrnou a váhovou. Spisy vydávané přírodovědeckou fakultou Masarykovy university, řada K 5, číslo 332, 269—306, 1951.