

# FIZJOLOGIA I PATOLOGIA ROZRODU

KAZIMIERZ ROSŁANOWSKI

## Zachowanie się plemników buhaja w rozrzedzalnikach z dodatkiem glicerolu

Część I. PRZEGLĄD PIŚMIENICTWA

Zakład Sztucznego Unasieniania w Poznaniu Laboratorium Doświadczalne  
Dyrektor: mgr inż. T. SZAJAJKO

Korzystny wpływ glicerolu na zachowanie się plemników znany był już od dawna, jednak dopiero na przestrzeni ostatnich kilku lat metoda glicerolizacji\* nasienia znalazła szersze zastosowanie przy konserwacji w niskich temperaturach. Obecnie używanie glicerolu w praktyce inseminacyjnej jest już dość częste. Dlatego też wydaje się celowe omówienie reagowania nasienia w środowisku zawierającym glicerol. Glicerol (gliceryna)  $\text{CH}_2\text{OH}-\text{CHOH}-\text{CH}_2\text{OH}$  jest najprostszym alkoholem trójwodorotlenowym. Odkryty został przez Schellego w 1779 r. Skład chemiczny glicerolu ustalił w 1836 r. Pelouse zaś jego budowę opisał Bertholot (1854) i Wurtz (1855—1857). Glicerol jest otrzymywany z tłuszczów roślinnych i zwierzęcych przez zmydlenie ich roztworem ługów przy działaniu podgrzaną parą. Ponadto znane jest otrzymywanie glicerolu metodą syntetyczną, fermentacyjną i biologiczną. W stanie wolnym występuje w niewielkich ilościach we krwi zwierząt.

Glicerol posiada wszystkie właściwości alkoholi trójwodorotlenowych. Jest to płyn syropowaty, bezbarwny o słodkim smaku i oddziaływający obojętnie. Posiada właściwości higroskopijne. Miesza się w dowolnym stosunku z wodą i alkoholem. Ciężar właściwy wynosi 1,260. Temp. wrzenia  $290^\circ\text{C}$ , zaś temp. zamarzania około  $-40^\circ\text{C}$ . Preparat powinien zawierać bezwodnej gliceryny 84—88% (według Polskich Norm nie może być mniej niż 85%).

Właściwości glicerolu pozwalają na jego szerokie praktyczne wykorzystanie. W biologii stosowany jest przy konserwacji mikroorganizmów w niskich temperaturach. Właściwości konserwujące oraz w pewnym stopniu bakteriobójcze znajdują wykorzystanie w mikrobiologii.

Pierwsze doniesienia na temat korzystnego oddziaływania glicerolu na nasienie konserwowane ukazały się już w r. 1856; Koelliger w pracy swej „Physiologischen Studien über die Samenflüssigkeit” wykazał, że plemniki uneruchomione przez rozcieńczenie wodą można ożywić przez szybkie dodanie różnych soli lub stężonych roztworów pewnych substancji organicznych, a między innymi glicerolu. Bacquerel (1936—1938) w pracach nad zamrażaniem komórek w niskich temperaturach doszedł do wniosku, że obecność glicerolu zmniejsza uszkodzenia struktury komórek w procesie zamrażania. W r. 1946 Rostand użył glicerolu w doświadczeniach z przeżywaniem plemników żaby.

Badania Polga, Smitha i Parkensa przeprowadzone w 1949 r. wykazały przydatność glicerolu jako dodatku do nasienia koguta poddanego działaniu niskich temperatur. Obserwacje te przeniesiono następnie na nasienie innych gatunków zwierząt, a między innymi na nasienie buhaja (Smith i Polge, Polge i Rowson). Stosowana dziś na szeroką skalę metoda zamrażania nasienia w niskich temperaturach opiera się głównie na wykorzystaniu glicerolu i jego oddziaływaniu na nasienie konserwowane. Szczegółowe omówienie tego zagadnienia znaleźć można między innymi w publikacji Zakrzewskiej (1959).

Wydaje się, że pierwszym, który zastosował dodatek glicerolu do nasienia buhaja przechowywanego w temperaturze około  $+4^\circ\text{C}$  był Holt (1953). Stwierdził on, że

dodatek glicerolu do nasienia podnosi jego zapładniałość. Nasienie glicerolizowane nie obniżało zapładniałości w drugim dniu użycia po poraniu. Kupse i Almquist ogłaszając w latach 1955 i 1956 prace na temat glicerolu w praktyce inseminacyjnej zapoczątkowali cykl swych publikacji poświęconych omówieniu doświadczeń i wyników z zakresu tego zagadnienia. Należy zaznaczyć, że w Polsce już w 1955 r. pierwsze próby nad praktycznym wykorzystaniem glicerolu jako dodatku do nasienia przeprowadził Zakład Sztucznego Unasieniania w Stargardzie (Michalski i Schmidt), jednak wyniki tych doświadczeń nie zostały opublikowane.

Rostanowski (1957) stosując skróconą technikę glicerolizacji wykazał korzystny wpływ glicerolu stanowiącego dodatek do nasienia w rozrzedzalniku mlekowo-żółtkowym celem zabezpieczenia go przed zamrażaniem w okresie silnych mrozów.

W 1958 r. Sikes i Merilan przeprowadzili obserwacje nad długością czasu przeżywania nasienia buhaja w temperaturze od 0 do  $-3^\circ\text{C}$  w różnych rozrzedzalnikach z dodatkiem glicerolu. Nasienie z zachowaniem minimum wymaganej żywotności przeżywało w rozrzedzalniku mlekowym + glicerol 8 dni, w rozrzedzalniku cytrynianowo-żółtkowym + glicerol 12 dni oraz w rozrzedzalniku mlekowo-żółtkowym + glicerol 27 dni. Nasienie stanowiące kontrolę (bez dodatku glicerolu) przeżywało 17 dni. Całkowita przeżywalność nasienia w rozrzedzalniku mlekowo-żółtkowym + glicerol wynosiła 74 dni. Badania te wykazały oprócz wyraźnego korzystnego oddziaływania glicerolu również i to, że rozrzedzalnikiem podstawowym nadającym się do glicerolizacji jest rozcieńczalnik mlekowo-żółtkowy. Wydaje się, że na przeżywalność plemników mogą wywierać pewien wpływ zarówno jakość jak i stężenie glicerolu w rozrzedzalniku. Wykazały to badania między innymi Joynera (1954), Dyrendahla (1954) oraz Timma (1959). Szwedzi szczególną uwagę zwracają na ciężar właściwy glicerolu oraz na zawartość w nim wody i w zależności od tego ustalają jego stężenie w rozrzedzalniku. Uważają oni, że ciężar właściwy glicerolu powinien wynosić 1,24 zaś zawartość wody 5—9% (Wierzbowski).

Snyder i Farmer (1958) badali wpływ glicerolu na płodność nasienia buhaja w rozrzedzalniku cytrynianowo-żółtkowym. Glicerolizacja nasienia odbywała się w temperaturze  $+5^\circ\text{C}$ . Wykazali oni na materiale wynoszącym około 6000 krów wzrost procentu zacieleń przy użyciu do A.I. nasienia glicerolizowanego.

W 1957 r. Ohms i Willett przeprowadzili badania porównawcze nad płodnością nasienia buhaja w różnych rozrzedzalnikach. Używali oni rozrzedzalników: mlekowo-żółtkowy, chude mleko oraz chude mleko + glicerol. Do wszystkich rozrzedzalników dodawano streptomycynę. Po pierwszym dniu konserwacji otrzymali następujące ilości krów A.I. non-returns przez okres 60—90 dni: 75,3%, 48,0%, 49,2%. Po dwudniowej konserwacji nasienia wyniki były następujące: 64,6%, 45,6%, 44,4%. Powyższe dane wskazują raczej na niekorzystne oddziaływanie glicerolu na nasienie konserwowane w rozrzedzalniku mlekowym (mleko chude).

Możliwość wielodniowej konserwacji nasienia wykazali Stower i Bud-Husaima (1957) stosując dodatek glicerolu do rozrzedzalnika glicynowo-cytrynianowo-

\* Z angielskiego: „glycerollization”.

-żółtkowego. Osiągnięte wyniki co prawda na małym materiale wskazują wyraźnie na dodatnie oddziaływanie glicerolu. *Almqvist* (1959) stosując rozrzedzalnik mlekowy z dodatkiem 10% gliceryny oraz antybiotyków uzyskał w pierwszych 24 godzinach konserwacji 71% krów non ret. zaś w 3 i 4 dniu przechowywania nasienia i użycia go do inseminacji 73% krów non ret.

*O'Connor* i *Smith* (1959) używali nasienia w rozrzedzalniku mlekowym z glicerolem + antybiotykami. Autorzy podają, że w czwartym dniu konserwacji nasienia procent zacielen wynosił 60,6% zaś dla kontroli (nasienie bez glicerolu) 50,0%. Dodatni wpływ glicerolu na nasienie konserwowane wykazały również badania *Albrighta*, *Ehlersa* i *Erba* (1958) oraz doświadczenia *Picketta*, *Cowana*, *Fowlera* i *Gosstee* przeprowadzone w 1960 r.

*Mäckle* i *Tillack* (1960) przeprowadzili badania nad zapładniałością nasienia w trzech rozrzedzalnikach; a. „Spermasol”, b. Illini (z CO<sub>2</sub> Van Demarka), c. mlekowy z dodatkiem glicerolu. Nasienie było konserwowane w stanie płynnym i używane do inseminowania przez okres czterech dni. Wyniki zacielen w poszczególnych dniach konserwacji przedstawiały się następująco: Rozc. „Spermasol”: 1 dzień: 31,3%, 2:36,4%, 3:41,6%, 4:40,0%. Rozc. „Illini”: 1 dzień:28,1%, 2:30,5%, 3:33,5%, 4:36,3%. Rozc. Mleko+glicerol: 1 dzień:24,4%, 2:23,3%, 3:27,1%, 4:27,3%.

Cyfry podane w procentach odnoszą się do krów powtarzających. W omówionym doświadczeniu autorzy wykazali zdecydowaną wyższość rozrzedzalnika mlekowego z glicerolem nad pozostałymi.

Badania nad wpływem glicerolu jako dodatku do nasienia konserwowanego w temp. około +5°C idą w zasadzie w kierunku osiągnięcia tą drogą przedłużenia żywotności plemników oraz zachowania ich zdolności zapładniających. Przedłużenie okresu żywotności plemników w nasieniu glicerolizowanym wykazały badania między innymi *Flipse* i *Almqvista* (1957), *Willetta* i *Ohmsa* (1956), *McLeana* (1956), *Albrighta*, *Ehlersa* i *Erba* (1958) oraz *Sikesa* i *Merilana* (1958).

Natomiast wyniki badań *McLeana* (1956), *Almqvista* (1957—1959), *Williamsa*, *Greena* i *Dombroske* (1957), *O'Connora* i *Smitha* (1959) oraz wielu innych wykazały, że dodatek glicerolu do nasienia buhaja wpływa na zwiększenie i zachowanie zdolności zapładniających plemników w przedłużonej konserwacji.

O wykorzystaniu glicerolu jako jednego ze składników w płynach rozrzedzających nasienie innych gatunków zwierząt wspomina między innymi *Roy* (1955). Dodawał on glicerol do nasienia knura i ogiera.

W mikrobiologii znane jest zarówno działanie konserwujące glicerolu w stosunku do prawie wszystkich wirusów jak również działanie bakteriobójcze (*Zablocki*). *Slopek* podaje, że w 50—60% roztworze gliceryny zachowują swą żywotność przez dłuższy czas niemal wszystkie wirusy. Czysta gliceryna działa inaktywizująco.

*Joyner* (1954) stosując 20% dodatek glicerolu do nasienia buhaja zakażonego *Trichomonas foetus* i przechowywanego w temp. +5°C uzyskał zlikwidowanie drobnoustrojów. W temp. -79°C wystarczało tylko 10% dodatek glicerolu. Autor nie stwierdził ujemnego wpływu na nasienie.

Z badań mających na celu wyjaśnienie wpływu glicerolu na nasienie wymienić należy prace *Picketta* i *Merilana* (1957) oraz *Picketta* (1958). Prowadzili oni badania nad metabolizmem glicerolu w nasieniu konserwowanym w temp. +5°C. Badania te zostały przeprowadzone techniką autoradiograficzną. Podobne badania przeprowadził w 1957 r. *White*. W badaniach tych autorów wykazano hamujące działanie glicerolu na beztlenową przemianę zachodzącą w plemnikach buhaja. Ponadto stwierdzono że glicerol wnika do plemników przy czym najwyższe jego nagromadzenie znajdowano w jądrze nieco mniej w środkowej części plemnika zaś najmniejszą ilość stwierdzono w wicie.

Badania nad wpływem glicerolu na powstawanie fruktozy oraz przebieg beztlenowej fruktolizy w na-

sieniu buhaja prowadzili *Ostrowski* i *El-Sawaf* (1960). Stwierdzili oni, że glicerol wywiera hamujący wpływ na beztlenową fruktolizę. Ponadto wykazali, że na przebieg beztlenowej fruktolizy w nasieniu posiada wpływ między innymi wstępne postępowanie z nasieniem.

W 1959 r. *Pickett* i *Merilan* badali wpływ glicerolu oraz fruktozy na żywotność, ruchliwość i na wytwarzanie beztlenowego gazu przez plemniki. W czasie badań ustalono między innymi, że dodatek 1% glicerolu oraz 1% fruktozy zapewnia plemnikom optymalną ruchliwość i żywotność.

Badaniem wpływu glicerolu na produkcję kwasu mlekowego w nasieniu buhaja zajmowali się *O'Dell*, *Almqvist* i *Flipse* (1959). Autorzy ci wykazali, że w nasieniu glicerolizowanym wskaźnik produkcji kwasu mlekowego jest mniejszy aniżeli to ma miejsce w nasieniu kontrolnym (bez dodatku glicerolu). Stwierdzono również, że proces ten przebiega wolniej i słabiej w nasieniu rozcieńczonym rozrzedzalnikiem mlekowym natomiast silniej w rozrzedzalniku cytrynianowo-żółtkowym.

Wpływ glicerolu na nasienie barwione przyżyciowo badał *Blackshaw* (1958). Do barwienia używał on czerwieni Kongo oraz nigrozyny. Autor stwierdził, że stężenie glicerolu w rozrzedzalniku wynoszące ponad 15% nie pozwala na pewną ocenę żywych plemników w preparacie barwionym. Na uwagę zasługują badania *Manna* i *White* (1956) cyt. *Jaśkowski* (1958). Autorzy ci wykazali, że glicerol nie jest rozczepiany w warunkach beztlenowych, natomiast ulega rozczepieniu przez plemniki przy dostępie tlenu. Warunki konserwacji w temp. ponad 0°C nie zapewniają ściśle środowiska beztlenowego. W związku z tym należy przypuszczać, że wpływ glicerolu na zdolności zapładniające nasienia wynika z dostarczenia substratu egzogenego do metabolizmu w warunkach tlenowych.

Opierając się na wynikach doświadczeń *O'Della*, *Almqvista* i *Flipse* (1959) oraz własnych wstępnych obserwacjach wydaje się prawdopodobne, że obecność glicerolu w nasieniu konserwowanym w temp. około +5°C hamuje przebieg procesu przemiany materii plemników. Tą drogą możliwe jest osiągnięcie wyższego stopnia anabiozy, a tym samym bardziej przedłużone zachowanie ich zdolności zapładniających, aniżeli to ma miejsce w rozrzedzalnikach klasycznych (bez dodatku glicerolu).

Stężenia glicerolu stosowane w praktyce są różne. Przy zamrażaniu nasienia ilość dodawanego glicerolu waha się w zasadzie w granicach od 7 do 10%. *Polge* i *Rowson* (1952) dodawali do rozrzedzalnika nasienia 10% glicerolu. *Hendrikse*, *DeGroot* i *Jansen* (1956) uważają, że 9% dodatek glicerolu stanowi stężenie optymalne. *Jakobson* (1956) proponuje używać rozrzedzalników o zawartości 8% glicerolu. Natomiast *Miller* i *Van Demark* (1954) stosowali 7% roztwór gliceryny. *O'Dell* i *Almqvist* (1954) twierdzą, że stężenie glicerolu w rozrzedzalnikach mlekowych powinno być wyższe aniżeli w rozrzedzalnikach cytrynianowo-żółtkowych.

Na uwagę zasługują badania *Gragle* i współpr. (1955), które wykazały współzależność między stężeniem glicerolu, a ilością cytrynianu sodu oraz między ilością glicerolu, a ilością żółtka.

Przy konserwacji nasienia w temp. około +5°C w przypadku stosowania glicerolizacji stężenie glicerolu jest podobne do ilości używanych przy metodzie zamrażania.

*Stower* i *Bud-Husaima* (1957) wskazują na korzystne oddziaływanie 4% stężenia glicerolu w rozrzedzalniku. *Albright*, *Ehlers* i *Erb* (1958) używali 7,5% dodatku glicerolu. *Sikes* i *Merilan* (1958) proponują następujący skład rozrzedzalnika: 82% mleka, 10% żółtka oraz 8% glicerolu. *McLean* (1955) proponuje dodatek 10% glicerolu do homogenizowanego mleka. *Mäckle* i *Tillack* (1960) uważają, że 8—10% dodatek glicerolu jest stężeniem optymalnym. Amerykanie w Zakładach A.I. w stanie Pensylwania używają rozrzedzalnika o następującym składzie: mleko + 10%

glicerolu + antybiotyki (Bielanski). Rostanowski (1957) wykazał, że dodatek glicerolu do rozrzedzalnika mlekowo-żółtkowego wynoszący ponad 10% skraca czas przeżycia w temp. 46,5°C w porównaniu zarówno z kontrolą jak i z nasieniem zawierającym niższe stężenia glicerolu.

Podobnie jak stężenie glicerolu używane w praktyce tak i technika dodawania oraz temperatura, w której przeprowadza się glicerolizację jest różna. Przy metodzie zamrażania nasienia glicerolizację przeprowadza się zazwyczaj w temp. +5°C przy czym glicerol jest dodawany stopniowo (porcjami). Niektórzy autorzy między innymi O'Dell i Almquist (1954) uważają, że nie ma wyraźnej różnicy między dodawaniem jednoporcjowym i wieloporcjowym. Przy konserwacji nasienia w temp. ponad 0°C wielu autorów stosując glicerolizację opiera się na metodach wyżej wspomnianych. Przestrzegają oni zazwyczaj, aby temperatura rozrzedzalnika do którego dodaje się glicerol była zbliżona do +5°C. Snyder i Farmer. We własnych doświadczeniach stosowałem skróconą technikę glicerolizacji polegającą na jednorazowym dodaniu glicerolu do rozrzedzalnika przy czym odbywało się to w temperaturze pokojowej.

Z przeglądu cytowanych prac i doniesień widać, że glicerolizacja nasienia pozwala przedłużyć jego kon-

serwację nie tylko w warunkach niskich temperatur, ale również, co posiada duże praktyczne znaczenie, w temperaturze zbliżonej do 0°C. Jest to zatem metoda pozwalająca na zachowanie zdolności zapładniających plemników poza organizmem przez okres dłuższy aniżeli to ma miejsce w rozrzedzalnikach bez dodatku glicerolu. Mimo jednak dokonanych szeregu badań i doświadczeń nie udało się dotychczas w pełni wyjaśnić i ustalić procesu działania glicerolu na plemniki.

Na podstawie przeglądu piśmiennictwa wydaje się, że dodatek glicerolu do rozrzedzalników zasługuje na szersze zainteresowanie się jak również na zastosowanie tej metody konserwacji do warunków naszych Zakładów Unasienniania.

Laboratorium Doświadczalne przy Zakładzie Sztucznego Unasienniania w Poznaniu od dłuższego czasu prowadzi obserwacje zarówno laboratoryjne jak i terenowe nad konserwacją nasienia glicerolizowanego. Omówienie wyników tych doświadczeń będzie tematem kolejnych doniesień.

Piśmiennictwo obejmujące 54 pozycje znajduje się u autora. Adres autora: Kazimierz Roślanowski, Poznań, ul. Narutowicza 144.

## HODOWLA I ZOOHIGIENA

TOMASZ JANOWSKI, ADAM KULPIŃSKI

### Metoda szybkiego oznaczania szkodliwych domieszek gazowych w powietrzu pomieszczeń dla zwierząt\*)

Z Katedry Zoohigieny WSR Kraków  
Kierownik: prof. dr WŁ. BIELAŃSKI

Problem oznaczania szkodliwych domieszek gazowych w powietrzu pomieszczeń dla zwierząt stał się aktualny już przed 80 laty. Posłużono się wówczas metodami opracowanymi przez higienistów i zaczęto wprowadzać metody zoohigieniczne. Higieniści byli zainteresowani oznaczaniem przede wszystkim dwutlenku węgla. Klasyczna metoda Pettenkoffera (wychwytywanie dwutlenku węgla CO<sub>2</sub> przez roztwór wodorotlenku baru Ba(OH)<sub>2</sub> (14) jest do dziś używana w różnych modyfikacjach Fäber (6), Fitko (7), Frank (8), Gądzikiewicz (9), Klimmer (cyt. 6), Lehmyer (11), Münsterer (12), Rolle (cyt. 6, 12), Saussure (cyt. 19), Subotin-Nagórski (1), Syrowatczenko (17), Szymkiewicz (19), Uhliń i Kešner (20)]. Metoda Lunge-Zeckendorfa (3) (absorbpcja CO<sub>2</sub> przez roztwór węgla sodowego Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> z dodatkiem ftaleiny fenolowej aż do odbarwienia roztworu) była również stosowana przez różnych autorów, którzy ją modyfikowali [Wolpert (cyt. 9), Amschler i Rupp (2)]. Poza tym Klisiewicz (cyt. 5), skonstruował a Czajkowski (5, 4) zmodyfikował naczynie szklane z trzema odprowadzeniami, przy pomocy którego można oznaczać stężenie CO<sub>2</sub> w powietrzu metodą wolumetryczną (absorbpcja CO<sub>2</sub> przez stężony roztwór KOH).

Z biegiem lat technicy i higieniści konstruowali zestawy umożliwiające oznaczanie kilku gazów równocześnie [Haldan (1)]. Zoohigieniści nie pozostawali w tyle i dla swych potrzeb budowali również tego rodzaju aparaty. Zestaw Süpfle-Hofmann-Waltza (16, 10) opracowali w oparciu o metody Pettenkoffera (CO<sub>2</sub>), Freseniusa [(cyt. 16) (absorbpcja siarkowodoru H<sub>2</sub>S przez siarczan miedzi CuSO<sub>4</sub>)] i Lehmana [(cyt. 16) (absorbpcja amoniaku NH<sub>3</sub> przez kwas siarkowy H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)]. Traub (19) zmodyfikował tę metodę zwiększając miano H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, wprowadzając metodę wagową ozna-

czania CO<sub>2</sub> oraz metodę jodometryczną Lehmana do oznaczania H<sub>2</sub>S. Ten zestaw zmodyfikowany przystosował Schwarzmair (15) do pomiarów terenowych.

W ostatnim dziesięcioleciu zestawy do oznaczania gazów „stajennych” opracowali Puhač (13) i Czajkowski (5, 4). Zestaw Puhača przystosowany jest do prac terenowych. Aspiratorem jest w nim zwykła strzykawka Janetta. CO<sub>2</sub> wychwytuje roztwór Ba(OH)<sub>2</sub>, a NH<sub>3</sub> — roztwór H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Puhač nie przewiduje w swoim zestawie absorpcji H<sub>2</sub>S.

Zestaw Czajkowskiego składa się z naczynia do wolumetrycznego oznaczania CO<sub>2</sub> i z płuczek do wychwytywania H<sub>2</sub>S i NH<sub>3</sub>. Aspiratorem jest tu butla dziesięciolitrowa. NH<sub>3</sub> i H<sub>2</sub>S jest oznaczany drogą miareczkowania odczynników 0,02 n H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> i 0,01 n J<sub>2</sub>, przez które przepuszczano powietrze.

Stężenie szkodliwych domieszek powietrza pomieszczeń zwierzęcych jest zmienne i nawet w tym samym pomieszczeniu zależy od miejsca i pory pobrania próby. Z tego powodu koniecznym jest możliwe szybkie przeprowadzenie pomiaru, tym bardziej, że zwykle wykonuje się jednocześnie i inne pomiary np. psychrometryczne. Uwzględniając te wymogi oraz dążąc do uproszczenia techniki pomiarów i ułatwienia transportu potrzebnego zestawu, opracowano metodę własną i skonstruowano odpowiedni aparat.

#### Opis metody

Metoda własna jest metodą absorpcyjno-kolorometryczną. Z punktu widzenia chemicznego jest ona w pewnym sensie modyfikacją metod Lunge-Zeckendorfa [(3) (odnośnie CO<sub>2</sub>)] i Lehmana [(cyt. 16) (odnośnie NH<sub>3</sub> i H<sub>2</sub>S)]. Modyfikacja nasza polega na tym, że wykalibrowane aspiratory wodne o pojemności po 1000 ml każdy aspirują powietrze poprzez mikropłuczki zawierające określone objętości roztworów absorbujących o dokładnie zna-

+) Doniesienia wstępne: Roczn. Nauk. Rol., 70-E-1/4, 140-142.