

Վ. Հ. Ղազարյան

ՍԻ ՆՈՐ ԳՈՐԾԻՔ ԲՈՒՅՍԵՐԻ ՆԵՐՇՅՈՒՍՎԱԾՔԱՅԻՆ ԳԱԶԵՐԻ
ԾԱՎԱԼԱՅԻՆ ԱՆԱԼԻԶԻ ՀԱՄԱՐ (ՆԵՐՇՅՈՒՍՎԱԾՔԱՅԻՆ
ԳԱԶԱՆԱԼԻԶԱՏՈՐ)

Բույսերի ֆոտոսինթետիկ, ինչպես և աերոբ ու անաերոբ շնչառության պրոցեսների ուսումնասիրության ժամանակ հաճախ անհրաժեշտ է լինում կատարելու բույսի այս կամ այն օրգանի կամ մասի ներշնչվածքային գազերի ծավալային անալիզը: Այսպիսի ուսումնասիրությունները միաժամանակ հնարավորություն կտան պարզելու բույսերի կենդանի հյուսվածքների մեջ տեղի ունեցող գազափոխանակության ֆիզիոլոգիան ջերմության, լույսի ինտենսիվության և որակի, օդի տարբեր բաղադրությունների և այլ պայմաններում: Սակայն, մինչև այժմ տվյալ նպատակին ծառայող համապատասխան մեթոդի բացակայության պատճառով հնարավոր չի եղել կատարել այս կարգի ուսումնասիրություններ:

1940 թ. Գ. Հ. Դարբինյանի առաջարկությամբ մենք մշակել ենք մի նոր գործիք, որը հնարավորություն է տալիս արագ կերպով դուրս մղելու բուսական այս կամ այն օրգանից ներշնչվածքային գազերը և բավականին ճշտությամբ կատարելու նրանց ծավալային անալիզը:

Ինչպես երևում է 1 սխեմայից (էջ 74), մեր առաջադրած գործիքը բաղկացած է 2 ապակյա հաստ պատերով գլաններից, «А» և «С» բույսերի այս կամ այն օրգանից ներշնչվածքային գազերի արտամղման համար, աստիճանավորված «Е» և «Е'» մազական խողովակներից և նրանց հետ հաղորդակցվող «Д» և «Д'» կլանիչներից: «А» գլանը, որտեղ պարունակվում է սնդիկ, «а» ապակյա աստիճանավորված խողովակի և հաստ պատերով ունեին «В» խողովակի միջոցով միացած է ապակյա «V» խողովակի հետ, իսկ վերջինս ունեին «Ո» խցանի միջով հաղորդակցվում է «С» ապակյա գլանի հետ: Ռետինե «В» խողովակը պետք է լինի ոչ պակաս քան 80 սմ երկարության, միաժամանակ խիտ պատած պողպատյա պարուրաձև լարով, որը հնարավորություն չի տալիս ունեին խողովակին փոխելու իր ընդլայնական կտրվածքն ամեն մի ծռման դեպքում, զբաղեցնելով իսկ անփոփոխ պահպանելով խողովակի ներքին տարողությունը: Ապակյա «С» գլանի ստորին լայն բերանը փակվում է ունեին «Ո» խցանով:

Որպեսզի «С» գլանի ներքին տարողությունը չփոփոխվի ունեին «Ո» խցանի տարբեր զրություններից, վերջինս պատրաստված է այնպես, որ ներքևի մասն ուղիղ անկյան տակ լայնանում է՝ կաղմելով շրջանաձև «d» ուռուցքը, որը հենվում է «С» գլանի լայն բերանի շուրթերին: Աշխա-

տանքի ժամանակ ուետինն խցանն ուժեղ կերպով հպված է մնում գլանի լայն բերանի շուրթերին «T» և «T'» պտուտակների միջոցով: Ապակյա «V» խողովակի վերին ծայրին հագցված է մետաղյա շրջանակ, որտեղ տեղավորվում է ուսումնասիրվող բուսական օրգանի ներքևի ծայրը և ամրացվում «K» պտուտակի միջոցով: «K» պտուտակը տվյալ օրգանին պահում է հաստատուն դիրքով, որպեսզի նա մնա սնդիկի զանգվածի մեջ խորասուզված:

«C» գլանի վերին անցքի շարունակութունը կազմում են աստիճանավորված «E» և «E'» մազական խողովակները (25 սմ երկարությամբ և 2,5 ի սմ տարողությամբ, ըստ որում յուրաքանչյուր բաժանմունքին համապատասխանում է 0,005 ի սմ): Այս խողովակները ծառայում են ներհյուսվածքային գազերի ծավալների չափման համար: Աստիճանավորված «E» և «E'» մազական խողովակների վերին ծայրի հետ միանում են «D» և «D'» կլանիչ սարքավորումները, լցված բարակ մազախողովակներով, որոնք ուժեղ չափով մեծացնում են կլանիչ լուծույթների մակերեսը: Կլանիչ «D» ծառայում է ածխաթթու գազի կլանման համար, իսկ «D'» — թթվածնի կլանման համար: Այդ երկու կլանիչները համապատասխանաբար լցված են հիմքի ու պիրոգալլոլային թթվի լուծույթներով:¹

Բույսի ուսումնասիրվող օրգանի (օրինակ տերևի), ներհյուսվածքային գազերի արտամղման ու նրանց ծավալային անալիզի համար տերևակոթունը տեղավորում ենք մետաղյա օղակի մեջ և ամրացնում «K» պտուտակով: Այնուհետև, նախօրոք թանձր ձուլթով (վազելինի և պարաֆինի խառնուրդ) ծածկելով ուետինն «O» խցանը, ամուր փակում ենք ապակյա «C» գլանի ներքևի լայն բերանը, այնպես, որ խցանի ներքևի շրջանաձև «d» ուղուցքը հենվի գլանի բերանի շրթերին: Այնուհետև, խցանն ամրացնում ենք «T» և «T'» պտուտակներով, որպեսզի վերջինս սնդիկի զանգվածի ճնշման տակ դուրս չցատկի: Հետո բացում ենք «1», «2», «3» և «4» ծորակները և «A» գլանը բարձրացնում ենք, մինչև սնդիկը «A» գլանից ամբողջությամբ տեղափոխվի «C» գլանի մեջ և բարձրանա մինչև «4» ծորակի մակարդակը: Քանի որ «A» գլանը «a» աստիճանավորված խողովակի հետ միասին նույնքան տարողութուն ունի, ինչքան «C» գլանը, նրան հաղորդակցվող «E» և «E'» աստիճանավորված խողովակներն ու ուետինն «B» խողովակը, ապա սնդիկի սյունը պետք է կանգնի «a» խողովակի «1» թվանշանի դիմաց: Սակայն, «C» գլանի մեջ տեղավորված տերևն իր ծավալի չափով սնդիկ է դուրս մղում, որով և ապակյա «a» խողովակի մեջ սնդիկի մակերևույթը կանգնում է «1» թվանշանից ավելի բարձր, որը հենց ցույց է տալիս տերևի ծավալը:

Որոշելով տերևի ծավալը, փակում ենք «5» ծորակը և ցածրացնում «A» գլանը, մինչև աստիճանավորված «E» և «E'» խողովակների ու «C» գլանի մեջ ստացվում է անօդ տարածութուն: Այդ ժամանակամիջոցում

¹ Ածխաթթու գազի կլանման համար վերցվում է կծու կալիում (մեկ քաղը 2—3 քաղ ջրում), իսկ թթվածնի կլանման համար 1) 5 գրամ պիրոգալլոլային թթու 15 ի սմ ջրում, 11) 120 գրամ կծու կալիում 80 ի սմ ջրում, և պատրաստվում է 1 և 11 լուծույթների խառնուրդը (7 ի սմ 1 լուծույթին ավելացնելով 24 ի սմ 1) լուծույթը), ըստ որում պիրոգալլոլային թթվի լուծույթը պետք է պատրաստել անմիջապես այդ 2 լուծույթները խառնելուց առաջ:

տերևի հյուսվածքներում եղած գազերը մեծ արագությամբ դուրս են գալիս՝ տարածվելով „C“ գլանի և „E“, „E“ խողովակների մեջ: Դրանից հետո բարձրացնում ենք „A“ գլանը, մինչև „C“ գլանի մեջ եղած ներհյուսվածքային գազերը սնդիկի կողմից արտաքսվեն „E“ և „E“ մաղական խողովակների մեջ, այնուհետև փակում ենք „3“ ծորակը և իջեցնում „A“ գլանը, որպեսզի տերևի մեջ մնացած ներհյուսվածքային գազերի մնացորդն ամբողջությամբ դուրս գա: Այդ գազերի մնացորդը նորից արտադրում ենք „E“ և „E“ մաղական խողովակների մեջ: Այսպիսով 3—4 անգամ ապակյա „C“ գլանի մեջ ստանալով անօդ տարածություն՝ տերևի միջից ներհյուսվածքային գազերն ամբողջությամբ հնարավոր է լինում դուրս մղել և տեղափոխել „E“ և „E“ խողովակների մեջ:

Անջատված ներհյուսվածքային գազերի ծավալի որոշման համար բացում ենք „3“ ծորակը և աստիճանաբար բարձրացնելով „A“ գլանը և „E“, „E“ ու „a“ խողովակների մեջ եղած սնդիկի սյունների բարձրությունները համադրելով, կանգնեցնում ենք միևնույն մակարդակի վրա: Այնուհետև զրի ենք առնում „E“ և „E“ խողովակներում սնդիկի սյան բարձրություններին համապատասխանող թվանշանները, որոնց գումարը ցույց է տալիս այդ երկու խողովակներում եղած ներհյուսվածքային գազերի ծավալը շրջապատի մթնոլորտային ճնշման պայմաններում: Այսպիսով, իմանալով տերևի ու նրա ներհյուսվածքային գազերի ծավալը, բաժանելով ներհյուսվածքային գազերի ծավալի ցուցանիշը տերևի ծավալի ցուցանիշի վրա, ստանում ենք տերևի ներհյուսվածքային միավոր գազատարողականությունը, այսինքն՝ թե մեկ միավորի տերևի ծավալում քանի միավոր ներհյուսվածքային գազերի ծավալ է պարունակվում, ինչպես այդ նկարագրված է մեր մի ուրիշ աշխատության մեջ (1):

Ստացված գազերի ծավալային անալիզը կատարում ենք հետևյալ կերպ. բարձրացնելով „A“ գլանը և բաց թողնելով „1“, „2“ և „3“ ծորակները, ներհյուսվածքային գազերը մղում ենք աստիճանավորված „E“ և „E“ խողովակների մեջ: Այնուհետև, կլանիչների մեջ ստուգելով կլանիչ լուծույթների մակարդակը, որպեսզի նրանք գտնվեն „0“ թվանշանի վրա, բացում ենք „5“ ծորակը, զգուշությամբ բարձրացնում ենք „A“ գլանը և „E“, „E“ խողովակներից գազերը մղում ենք „D“ կլանիչի մեջ, իսկ վերջինս իր հերթին դուրս մղելով կլանիչ լուծույթները՝ բռնում է նրա տեղը: Այդ պրոցեսում գազերի մեջ պարունակվող թթվածինը մեծ արագությամբ կլանվում է կլանիչ լուծույթի կողմից: Դրանից հետո „A“ գլանը դանդաղ իջեցնում ենք, մինչև „D“ կլանիչի մեջ հեղուկի մակերևույթը կանգնի „0“ թվանշանի դիմաց, և փակելով „5“ ծորակը՝ որոշում ենք „E“ և „E“ խողովակների մեջ մնացած գազերի ծավալը: Թթվածնի կլանման պրոցեսը կրկնում ենք մի երկու անգամ և եթե թթվածնի կլանումից հետո մնացած գազերի ծավալը մնում է անփոփոխ, ապա այդ ցույց է տալիս, որ թթվածինն ամբողջությամբ կլանված է:

Նույն պրոցեսը կրկնում ենք „D“ կլանիչի հետ, ածխաթթու գազի կլանման նպատակով, այս դեպքում գազերի ծավալի տարբերությունը, նախքան ածխաթթու գազի կլանումը և նրանից հետո, ցույց է տալիս կլանված ածխաթթվի ծավալը: Այս բոլոր դործողություններից հետո

„E“ և „E'“, խողովակների մեջ մնում է ազոտը, ջրի հագեցած գոլորշիների հետ միասին, և ջրի բարակ շերտ, սնդիկի սյան մակերեսին: Ջրի այս շերտն առաջանում է ամեն մի անալիզի դեպքում՝ „C“ գլանում անօդ միջավայր ստեղծելու ժամանակ, փորձարկող բուսական օրգանից ջրի ուժեղ գոլոր-

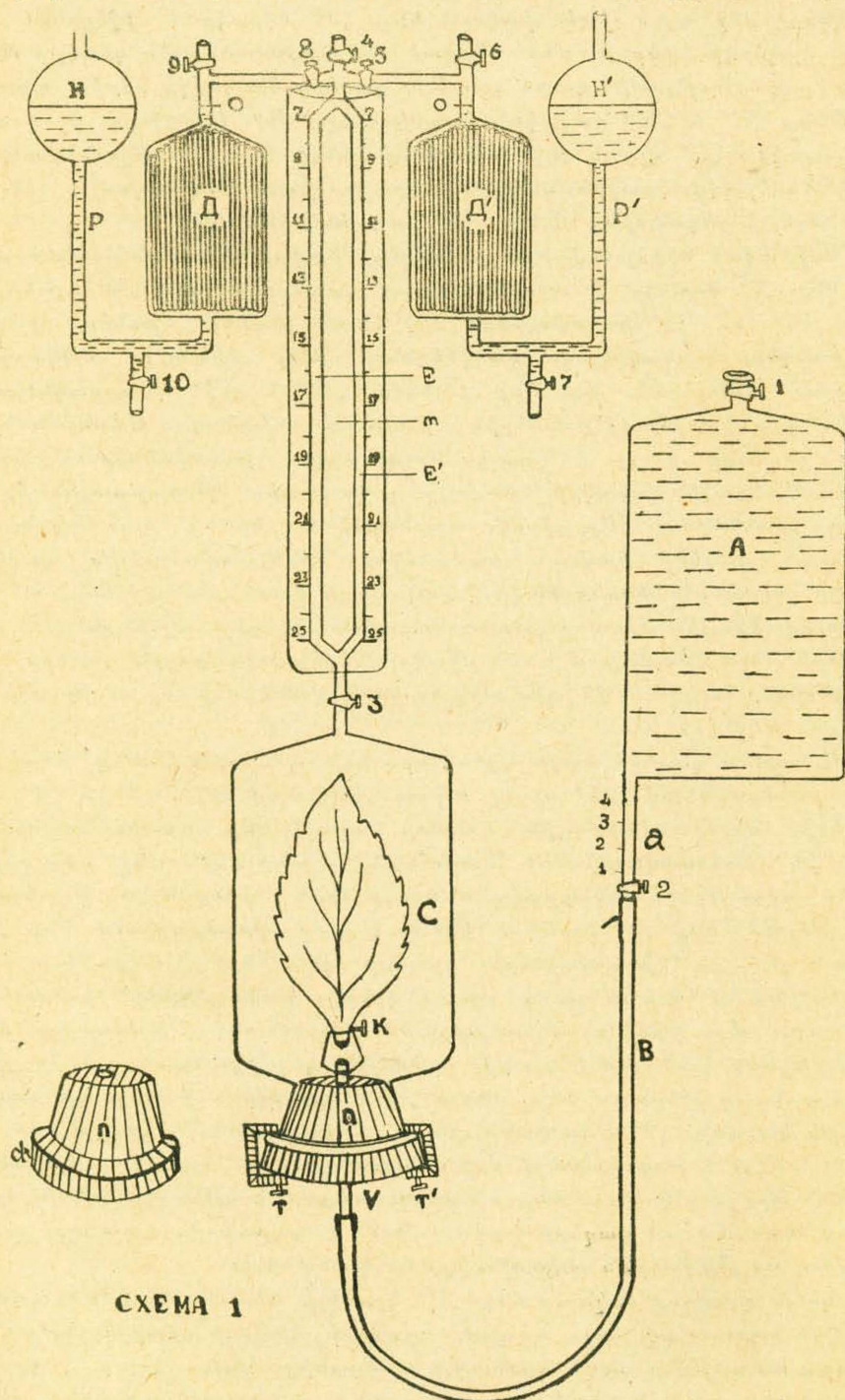


СХЕМА 1

շիացման հետևանքով: Նկատի ունենալով այս հանգամանքը, ներհյուսվածքային գաղերի ծավալի ամեն մի չափման դեպքում հաշվումները պետք է կատարել ոչ թե սնդիկի սյան, այլ այդ ջրի շերտի մակերևութից:

Որպեսզի բազմաթիվ անալիզների ժամանակ ապարատի մեջ չկուտակվի ջրի նշանակալից քանակություն, անհրաժեշտ է յուրաքանչյուր անալիզից հետո ֆիլտրի թղթի միջոցով հեռացնել առաջացած ջուրը, նախօրոք սնդիկի սյունը „E“ և „E‘“ խողովակներում բարձրացնելով մինչև „4“ ծորակի մակարդակը:

Աստիճանավորված „E*“ և „E‘“ մազական խողովակները տեղավորված են ջրով լցրած ապակյա „F“ գլանի մեջ, որն այդ խողովակներում պահպանում է հաստատուն ջերմային պայմաններ:

Կլանիչների „5“, „6“, „8“ և „9“ ծորակները պետք է մշտապես փակ պահվեն, մյուս կողմից, „H“ և „H‘“ անոթների մեջ, կլանիչ լուծույթների մակերևութներին անհրաժեշտ է կաթեցնել մի քանի կաթիլ հեղուկ վազելին: Այսպիսի պայմաններում բացառվում է մթնոլորտի օդի ներթափանցումը կլանիչների մեջ, որով և այդ լուծույթները երկար ժամանակ պահպանում են իրենց կլանիչ հատկությունը: Համեմայն դեպս, երկարատև անալիզներից հետո այդ լուծույթները անպետք են դառնում հետագա աշխատանքների համար: Այդ պատճառով էլ անհրաժեշտ է հաճախակի ստուգել նրանց պիտանիությունը: Դրա համար պետք է նախօրոք պատրաստել թթվածնի և ածխածին գազի խառնուրդ (ցանկացած հարաբերությամբ), նրան տեղափոխել աստիճանավորված „E“, „E‘“ խողովակների մեջ և կատարել դրանց անալիզը: Եթե անալիզի համար պահանջվող նորմալ ժամանակամիջոցում այդ խառնուրդն ամբողջությամբ կլանվի երկու կլանիչների կողմից, ապա այդ ցույց կտա կլանիչ լուծույթների պիտանի լինելը հետագա անալիզների համար, հակառակ դեպքում անհրաժեշտ կլինի փոխարինել նորով:

Յուրաքանչյուր անգամ, անալիզից առաջ, պետք է ստուգել՝ ծորակները հերմետիկ փակվում են թե ոչ: Այդ նպատակով բաց թողնելով „1“, „2“, „3“ և „4“ ծորակները, բարձրացնում ենք սնդիկի սյունը „E“ և „E‘“ խողովակների մեջ մինչև „4“ ծորակի մակարդակը, այն հաշվով, որ այն փակելուց հետո խողովակի մեջ գաղերի հետքեր չմնան: Դրանից հետո իջեցնում ենք „A“ գլանը և „C“ գլանի մեջ ստեղծում անօդ տարածություն: Այդպես թողնելով 1—2 րոպե, հետո բարձրացնում ենք „C“ գլանը: Եթե այս դեպքում սնդիկի սյունը „E“ և „E‘“ խողովակների մեջ լրիվ բարձրանա մինչև „4“ ծորակի մակարդակն առանց օդի բշտի, ապա այդ ցույց կտա, որ հիշյալ ծորակները, ինչպես և ուստինս „Ո“ խցանը, փակվում են հերմետիկ կերպով:

Անալիզների ժամանակ ապարատի ծորակները սնդիկի սյան ճնշման տակ իրենց բներից դուրս չցատկելու համար անհրաժեշտ է նրանց կապել ուստինս էլաստիկ թելերով:

Երկարատև աշխատանքից ապարատը (մասնավորապես աստիճանավորված „E“ և „E‘“ խողովակները) կեղտոտվում է սնդիկի օքսիդներով: Այս դեպքում մաքրման համար անհրաժեշտ է ապարատը լվանալ ազոտային թթվի թույլ լուծույթով, որից հետո ողողել թորած ջրով: Իսկ ուստինս „B“ խողովակի մաքրման համար պետք է վերջինս լցնել ալոտային թթվի

50⁰/օ-ային լուծույթով, այդ դրուժյամբ թողնել մեկ գիշեր, այնուհետև ողորդել թորած ջրով և չորացնել:

Սխեմայում ապարատը նկարված է առանց շտապիլի, բայց սովորական լաբորատորական պրակտիկայում այն պետք է լինի սարքավորված փայտյա շտապիլի վրա:

Վերահիշյալ ապարատի միջոցով, բույսի ցանկացած օրգանի կամ մասի ներհյուսվածքային գազերի ծավալային անալիզը կարելի է կատարել միջին հաշվով 5—6 բույսում:

Ապարատի օգնությամբ հնարավոր չէ կատարել բուսական տվյալ օրգանի ներհյուսվածքային գազերի ծավալային անալիզը, առանց մայրական բույսից հեռացնելու, սակայն այս դեպքում տվյալ օրգանի կտրված մակերեսի միջոցով նրա մեջ են թափանցում այս կամ այն չափով մթնոլորտային գազեր, դրանով իսկ աղդելով անալիզի արդյունքի վրա: Այդ պատճառով ցանկալի է ունենալ մի նոր ապարատ, որով հնարավոր լինի այս կամ այն բուսական օրգանից դուրս մղել ներհյուսվածքային գազերը, առանց այն անջատելու մայրական բույսից, այնուհետև ստացված գազերը տեղափոխելով ներհյուսվածքային գազանալիզատորի մեջ, կատարել նրանց ծավալային անալիզը: Այս նպատակի համար առաջադրվում է մի նոր ապարատ, որը կառուցված է նույն սկզբունքով, ինչ որ ներհյուսվածքային գազանալիզատորը, միայն այն տարբերությամբ, որ այստեղ բացակայում են „E“ և „E“¹ կլանիչները:

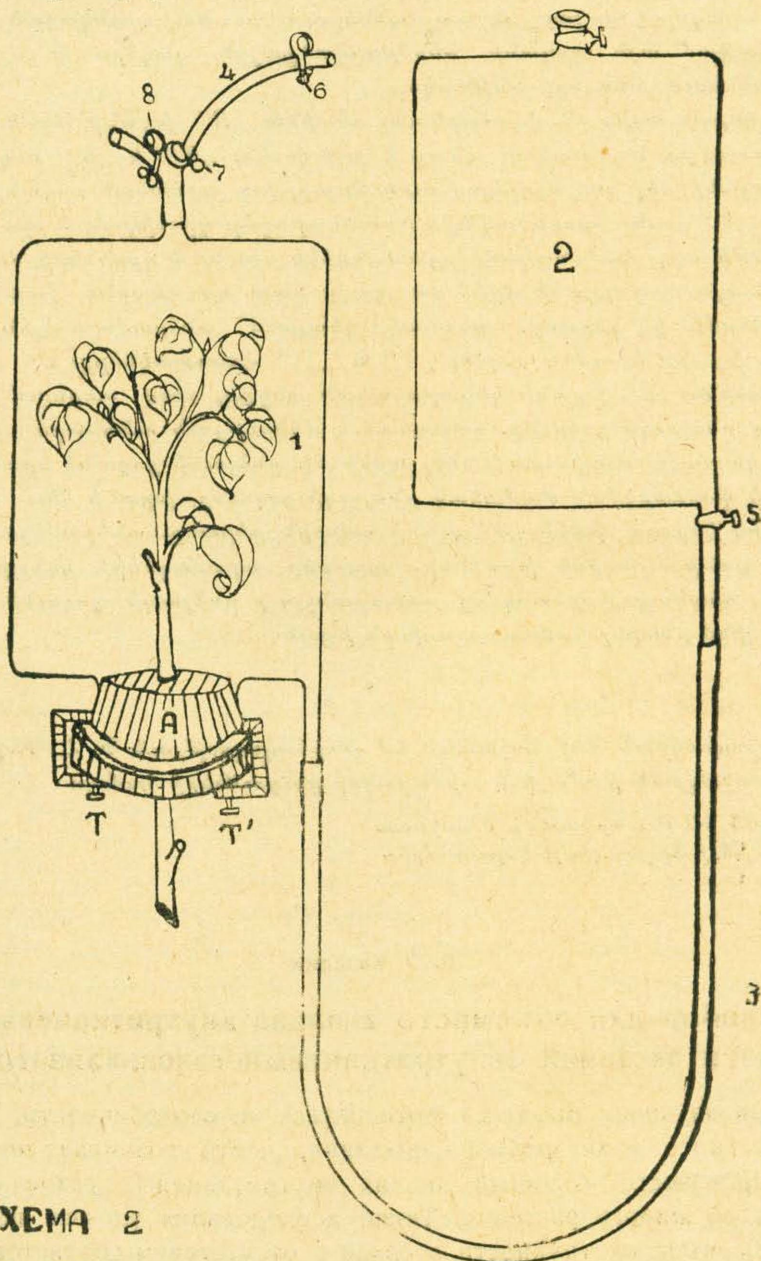
Ինչպես երևում է 2 սխեմայից, ապարատը բաղկացած է „1“ և „2“ ապակյա գլաններից և նրանց միջև հաղորդակցվող ռետինե 80 սմ երկարությու՛ն ունեցող „3“ խողովակից: Այստեղ „1“ գլանի ներքևի լայն բերանը նույնպես փակվում է նույն ձևի ռետինե խցանով, սակայն վերջինս բաղկացած է 2 սիմետրիկ կեսերից, կենտրոնական ընդհանուր անցքով: Ուսումնասիրվող բույսի ընձյուղի ցողունը տեղավորում ենք ռետինե խցանի կենտրոնական անցքի մեջ, ծածկում ենք թանձր ձյուլով և ապա ցողունը, սեղմված խցանի երկու կեսերով, տեղավորում ենք „1“ գլանի լայն բերանում այնպես, որ ընձյուղն իր տերևներով ազատ կերպով տեղավորվի „2“ գլանի մեջ:

„1“ գլանի վերին շարունակությունը կադմում է ռետինե ծնկաձև „4“ խողովակը „6“, „7“ և „8“ սեղմիչներով:

Ապարատի օգնությամբ բույսերի փոքրիկ ընձյուղների ներհյուսվածքային գազերը դուրս ենք մղում այնպես, ինչպես նախորդ ապարատում: Ընձյուղը տեղավորելով „1“ գլանի մեջ՝ բարձրացնում ենք „2“ գլանը, մինչև որ սնդիկը տեղավորվի „1“ գլանի մեջ՝ համեմատվ մինչև „4“ ծնկաձև խողովակի վերին մակարդակը: Այնուհետև փակելով „6“ և „8“ սեղմիչները, իջեցնում ենք „2“ գլանը և „1“ գլանի մեջ ստանում ենք անօդ տարածություն: Այդ ժամանակ ընձյուղի ներսից ներհյուսվածքային գազերը դուրս են գալիս և տարածվում գլանի մեջ: Այժմ բարձրացնելով „2“ գլանը, այդ գազերը մղում ենք ծնկաձև ռետինե խողովակի մեջ և փակում „7“ սեղմիչը:

Ստացված գազերի ծավալային անալիզը կատարելու համար հանում ենք ռետինե ծնկաձև խողովակը, որի մեջ գտնվում են գազերը, և հագցնում ենք ներհյուսվածքային գազանալիզատորի „E“ և „E“¹ խողովակ-

ներքի վերին մասին: Այնուհետև „C“ գլանի մեջ ստեղծելով անօդ տարածություն, ծնկաձև խողովակից գազերը տեղափոխում ենք „E“ և „E“ մազական խողովակների մեջ և կատարում նրանց ծավալային անալիզը սովորական եղանակով:



ՇԵՄԱ 2

Ծնկաձև ունեւն խողովակից գազերը „E“ և „E“ խողովակները մեջ տեղափոխելու ժամանակ դրանց հետ մթնոլորտային օդ չխառնվելու համար անհրաժեշտ է նախօրոք բացել ծնկաձև խողովակի „8“ սեղմիչը և բարձրացնել սնդիկի սյունը, մինչև „8“ և „7“ սեղմիչների մակարդակները, այն հաշվով, որ ծնկաձև խողովակի մեջ բացի ներհնականության

գազերից մթնոլորտային օդ չմնալ Հետո փակելով „8“ և բացելով „7“ սեղմիչները, այդ ներհյուսվածքային գազերը մեկուսացած կերպով տեղափոխում ենք „E“ և „E“ խողովակների մեջ:

Ձեռքի տակ ունենալով մի քանի ալյալիսի ծնկաձև ռետինե խողովակներ՝ հնարավոր է դաշտային պայմաններում ստանալ ցանկացած բուսական ալյալ կամ այն օրգանի ներհյուսվածքային գազերը և լաբորատոր պայմաններում անալիզի ենթարկել:

Նախքան ամեն մի փորձարկում, ռետինե „Ո“ խցանի հերմետիկ լինելը ստուգելու նպատակով, պետք է լավ փակել „6“ և „8“ սեղմիչները և „1“ գլանի մեջ տեղավորելով ուսումնասիրվող բուսական օրգանը՝ բարձրացնել „2“ գլանը հասցնելով նրան ամենաբարձր դրուժյան և պահել 5—6 րոպե: Եթե այդ ժամանակամիջոցում սնդիկի սյունը 2 գլանների մեջ կանգնի միևնույն մակարդակի վրա, դա ցույց կտա, որ ռետինե խցանը փակում է հերմետիկ կերպով, հակառակ դեպքում անհրաժեշտ կլինի նորից ձյուժել խցանը և ուժեղ սեղմել „T“ և „T“ պտուտակները:

Ռետինե „Ո“ խցանի կենտրոնական անցքը, որով անցնում է փորձարկվող ընձյուղի ցողունը, հաստատուն մեծութուն ունենալու պատճառով չի կարող համապատասխանել ամեն մի ընձյուղի ցողունի տրամագծին: Որպեսզի փորձարկման ժամանակ ընձյուղի ցողունը, խցանի հետ միասին, հերմետիկ կերպով փակի „2“ գլանի ստորին բերանը, անհրաժեշտ է ունենալ մի քանի ալյալիսի խցաններ, տարբեր տրամագծերի կենտրոնական անցքով, որպեսզի փորձարկվող յուրաքանչյուր ընձյուղի ցողունի համար կարելի լինի ընտրել համապատասխան խցան:

* * *

Եզրափակման մեջ հայտնում եմ շնորհակալություն Գ. Հ. Դարբինյանին՝ առաջադրած թեմայի և արժեքավոր ցուցումների համար:

ՀՍՍՌ ԳԱ Բուսաբանական Ինստիտուտ

Բույսերի Ֆիզիոլոգիայի Լաբորատորիա

В. О. Казарян

Прибор для объемного анализа внутритканевых газ в растений (внутритканевый газоанализатор)

При изучении процесса фотосинтеза и, в особенности, процессов аэробного и анаэробного дыхания, часто возникает необходимость произвести объемный анализ внутритканевых газов органов или частей живого растения. Такие исследования до сих пор представляли большие трудности в связи с отсутствием соответствующего метода, при помощи которого можно было бы выкачивать из данной части растений внутритканевые свободные газы, и затем производить их объемный анализ.

В 1940 году, по предложению Г. А. Дарбиняна, мною был разработан новый аппарат, позволяющий быстро выкачивать из дан-

ного исследуемого органа или частей растений внутритканевые свободные газы и с достаточной степенью точности производить их объемный анализ.

Как видно из приведенной схемы 1 (стр. 74), предложенный нами аппарат состоит из двух больших стеклянных цилиндров „А“ и „С“ с толстыми стенками, служащих для выкачивания внутритканевых газов из исследуемых частей растения, и из градуированных трубок „Е“ и „Е’“ с сообщающимися с ними поглотителями „Д“ и „Д’“. Цилиндр „А“, где содержится ртуть, со стеклянной градуированной трубкой „а“, с толстыми стенками, соединен со стеклянной трубкой „V“ через резиновую трубку „В“. Резиновая трубка „В“ должна быть не короче 80 см, а также оплетена густой стальной проволоочной спиралью, которая не даст возможности изменять сечение резиновой трубки при любом изгибе, т. к. в противном случае будет изменяться емкость трубки.

Нижнее широкое отверстие цилиндра „С“ закрывается резиновой пробкой „П“, закрепляемой в постоянном положении.

Для того, чтобы емкость цилиндра „С“ не менялась в связи с различным положением пробки „П“, нижняя часть ее резко расширяется, образуя круглый выступ „d“, на который опираются губы нижнего широкого отверстия цилиндра „С“. Винты „Т“ и „Т’“ плотно прижимают резиновую пробку к нижнему широкому отверстию цилиндра „С“. На верхнем конце стеклянной трубки „V“ надето проволоочное кольцо с винтом „К“, при помощи которого закрепляется испытываемый орган растения. Продолжение верхнего отверстия цилиндра „С“ составляют градуированные трубки „Е“ и „Е’“. Они имеют 25 см длины с емкостью 2,5 куб. см, причем каждое деление соответствует емкости 0,005 куб. см. Эти трубки служат для измерения объема газов. С верхним концом градуированной трубки „Е“ и „Е’“ соединены два поглотителя „Д“ и „Д’“ с тонкими капиллярами для увеличения поглощающей поверхности растворов. Поглотитель „Д“ служит для поглощения углекислого газа, а „Д’“ — кислорода. Они наполнены соответствующими растворами щелочи и пирогалловой кислоты.¹

Для выкачивания из данного органа растения (например листа) внутритканевых газов и их последующего объемного анализа, черешок помещаем в металлическое кольцо и скрепляем его винтом „К“. Затем предварительно смазав резиновую пробку „П“ густой смазкой (смесь парафина и вазелина), плотно вставляем ее в нижнее отверстие цилиндра „С“ так, чтобы она герметически закрывала отверстие. Пробку закрепляем винтами „Т“ и „Т’“. Теперь открываем краны

¹ Для поглощения CO_2 берется едкий калий (один вес на два-три веса воды), а для— O_2 1) 5 г пирогалловой кислоты на 15 куб. см воды; 2) 120 г едкого калия на 80 куб. см воды, и готовится смесь растворов 1 и 2 (7 куб. см раствора 1 разбавляются в 24 куб. см раствора 2), причем раствор пирогалловой кислоты нужно приготавливать непосредственно перед приготовлением смеси.

„1“, „2“, „3“ и „4“ и цилиндр „А“ поднимаем до тех пор, пока ртуть из цилиндра „А“ перейдет в цилиндр „С“ и поднимется до уровня крана „4“. Так как объем цилиндра „А“ вместе с градуированной трубкой „а“ имеет такой же объем, как и цилиндр „С“ с градуированными трубками „Е“ и „Е'“ и резиновой трубкой „В“, то при этом ртутный столб должен достигнуть цифры „1“ в трубке „а“. Однако, лист, находящийся в цилиндре „С“, вытесняет ртуть в меру своего объема, и уровень ртутного столба в трубке „а“, поднимаясь, доходит до определенной цифры, которая указывает на объем листа.

Определив объем листа, закрываем кран „5“ и опускаем цилиндр „А“ до тех пор, пока в цилиндре „С“ и градуированных трубках „Е“ и „Е'“ образуется вакуум. За это время газы, содержащиеся в тканях листа, выделяются и заполняют трубки „Е“ и „Е'“ и цилиндр „С“. После этого поднимаем цилиндр „А“ до тех пор, пока переходящая в цилиндр „С“ ртуть вытеснит накопившиеся в цилиндре внутритканевые газы в градуированные трубки „Е“ и „Е'“, и затем закрываем кран „3“ и опускаем цилиндр „А“, чтобы оставшиеся в листе внутритканевые газы полностью вышли. Эти остатки газов снова вытесняем в градуированные трубки „Е“ и „Е'“. Этот процесс повторяем до тех пор, пока внутритканевые газы полностью не выйдут из листа (обычно четырехкратное получение вакуума обеспечивает полное выделение внутритканевых газов).

Для определения объема выделившихся газов поднимаем цилиндр „А“ и открываем кран „3“. Затем в трубках „а“, „Е“ и „Е'“, сопоставляя их друг с другом, подравниваем поверхности ртутных столбов и записываем цифру, показывающую поверхность ртутного столба в трубках „Е“ и „Е'“, сумма которых и будет указывать на объем внутритканевых газов в условиях окружающего атмосферного давления. Таким образом, зная объем листа и внутритканевых газов и деля показатель объема внутритканевых газов на показатель объема листа, получаем внутритканевую газоёмкость листа, как это было показано в другой нашей работе (1).

Объемный анализ этих газов производится следующим образом: поднимая цилиндр „А“ и оставляя открытыми краны „1“, „2“ и „3“, все внутритканевые газы вытесняем в градуированные трубки „Е“ и „Е'“. Затем проверяем уровень поглощающих жидкостей в поглотителях так, чтобы они находились на отметке „0“ в обоих поглотителях; открываем кран „5“ и, осторожно поднимая цилиндр „А“, вытесняем газы из трубки „Е“ и „Е'“ в поглотитель „Д“, чем поглощающая жидкость вытесняется из поглотителя „Д“ и переходит в сосуд „Н“. То обстоятельство, что поглотитель „Д“ (а также и „Д“) содержит тонкие капилляры, дает возможность резко увеличивать поглощающую поверхность жидкости. В таком состоянии оставляем прибор две-три минуты и одновременно несколько раз вызываем колебания ртутных столбов в трубках „Е“ и „Е'“ (осторожно поднимая и опуская цилиндр „А“). Весь имеющийся кислород быстро погло-

щается жидкостью. После этого цилиндр „А“ постепенно опускаем до тех пор, пока поглощающая жидкость в поглотителе не станет на уровень отметки „0“. Затем, закрывая кран „5“, определяем объем газов оставшихся в градуированных трубках „Е“ и „Е'“. Процесс поглощения кислорода повторяем снова и если объем оставшихся газов остается неизменным, то это показывает, что кислород поглощен полностью. То же самое производим с поглотителем „Д“ для поглощения углекислого газа. На этот раз разница объема газов до начала поглощения и после него покажет объем поглощенного углекислого газа. После всех этих операций в трубках „Е“ и „Е'“ остается только азот, насыщенный водяной пар и тонкий слой воды на поверхности ртутных столбов. Такой слой воды на поверхности ртутных столбов образуется при каждом анализе в цилиндре „С“ при вакууме, вследствие сильного испарения воды из испытываемого органа растения. Поэтому объем внутритканевых газов нужно считать не с уровня ртутных столбов, а с уровня водяного слоя. Чтобы при многократном анализе не накопилась вода, необходимо, после каждого анализа, при помощи фильтровальной бумаги, воду удалять, заранее поднимая ртутные столбы до уровня крана „4“.

Для того, чтобы во всех анализах в градуированных трубках объем внутритканевых газов, при условии одного и того же атмосферного давления, был одинаковым, трубки „Е“ и „Е'“ помещаются в стеклянном цилиндре „F“, наполненном водой, которая поддерживает постоянную температуру в трубках „Е“ и „Е'“.

Краны „5“, „6“, „8“ и „9“ на поглотителях все время должны быть закрытыми, кроме этого, на поверхности растворов в сосудах „Н“ и „Н'“ нужно накапать несколько капель жидкого вазелина, который исключает возможность доступа воздуха в поглотители, благодаря чему поглощающие растворы сохраняют поглощающую способность долгое время. При многократных анализах эти поглощающие растворы портятся и становятся негодными для дальнейших работ. Поэтому необходимо регулярно проверять годность этих растворов путем введения в трубки „Е“ и „Е'“ через верхний конец смеси углекислого газа и кислорода любого соотношения, и если при анализе эта смесь полностью поглотится, то это покажет, что поглотители годны для дальнейших анализов, в противном случае окажется необходимым поглощающие растворы заменить новыми.

Каждый раз перед анализом необходимо проверить герметичность кранов. С этой целью открываем все краны, кроме кранов поглотителей („5“, „6“, „8“ и „9“), затем в градуированных трубках „Е“ и „Е'“ поднимаем ртутные столбы до уровня крана „4“, так, чтобы после закрывания последнего в верхнем конце градуированных трубок не оставалось следа воздуха. Опускаем цилиндр „А“ и в цилиндре „С“ получаем вакуум, затем вновь поднимаем цилиндр „А“, и если

при этом ртутные столбы полностью займут градуированные трубки до уровня крана „4“ без какого либо воздушного пузырька, то это покажет, что все краны, а также и резиновая пробка „П“, закрываются герметически.

Чтобы краны во время анализа под давлением ртутных столбов не выскакивали из своих гнезд, нужно их предварительно привязывать резиновыми эластичными нитками.

После многократных анализов аппарат, в частности градуированные трубки „Е“ и „Е'“, загрязняются окисями ртути. Для очистки аппарата нужно промывать его слабым раствором азотной кислоты, а затем прополаскивать дистиллированной водой. Для очистки резиновой трубки „В“ нужно брать 5% раствор азотной кислоты и, наполнив ее, оставить на одну ночь, после чего прополоскать дистиллированной водой и высушить.

На схеме предлагаемый аппарат зарисован без штатива, но в обычной лабораторной практике он должен быть смонтирован на деревянном штативе.

При помощи этого аппарата каждый газовый анализ любой части растений в среднем можно производить в течение 5—6 минут.

Наш аппарат не дает возможности произвести объемный анализ внутритканевых газов частей растений без удаления их от материнского растения. При удалении же части растения через срезанную поверхность всегда в той или иной мере атмосферные газы поступают внутрь тканей, тем самым влияя на точность анализа. Поэтому было бы очень желательно иметь метод, позволяющий проводить анализ газов на неотделенной части растения. Для этой цели нами предлагается новый, более простой аппарат для выкачивания внутритканевых газов из органов растений без удаления их с материнского растения. Аппарат построен по тому же принципу, что и внутритканевой газоанализатор, но только здесь отсутствуют поглотители.

Как видно из прилагаемой схемы 2 (стр. 77), аппарат состоит из двух цилиндров „1“ и „2“ и между ними резиновой трубки „3“ длиной 80 см. В этом аппарате нижнее широкое отверстие цилиндра „1“ тоже закрывается резиновой пробкой (такой же формы), но она состоит из двух половинок с центральным отверстием. Стебель побега растения помещается в это отверстие, густо смазывается смазкой и затем побег, зажатый половинками пробки, помещается в цилиндр „1“. Верхнее продолжение цилиндра „1“ составляет коленчатая резиновая трубка „4“ с тремя зажимами „6“, „7“ и „8“.

Выкачивание внутритканевых газов органов растений производится опять так же, как и в предыдущем аппарате. Помещая побег в цилиндр „1“, поднимаем цилиндр „2“ до тех пор, пока ртуть наполнит цилиндр „1“ и коленчатую резиновую трубку „4“. Затем, закрывая зажимы „6“ и „8“, опускаем цилиндр „2“ и в цилиндре „1“ получаем вакуум. При этом все внутриткане-

вые газы выходят из побега в цилиндр. Поднимая цилиндр „2“, вытесняем эти газы в резиновую коленчатую трубку и зажимаем зажим „7“.

Для количественного анализа этих газов коленчатую резиновую трубку, наполненную газами, снимаем с цилиндра „1“ и надеваем на верхнее отверстие градуированных трубок „Е“ и „Е'“ внутритканевого газоанализатора. Из этой резиновой коленчатой трубки газы перемещаем в трубки „Е“ и „Е'“, путем создания вакуума в цилиндре „С“, и затем производим их объемный анализ вышеописанным способом.

Чтобы во время перемещения внутритканевых газов из коленчатой резиновой трубки в градуированные трубки „Е“ и „Е'“ с ними не смешивался атмосферный воздух, то нужно заранее открыть зажим „8“ на коленчатой резиновой трубке и поднять ртутный столб до уровня зажима „7“ и „8“, чтобы в резиновой трубке не остались атмосферные газы; затем, плотно закрывая зажим „8“, перемещаем внутритканевые газы из резиновой трубки „4“ в трубки „Е“ и „Е'“.

Имея под рукой несколько коленчатых резиновых трубок, можно в полевых условиях выкачивать из любой части растения внутритканевые газы и в лабораторных условиях производить их объемный анализ.

Для проверки герметичности резиновой пробки, перед каждым испытанием нужно герметически закрывать зажимы „6“ и „8“ и, помещая внутрь цилиндра объект, поднять цилиндр „2“ до наивысшего предела и держать так минут 5—6; если при этом ртутный столб все время стоит на одном и том же уровне, то это показывает, что зажимы и резиновая пробка закрыты герметически, в противном случае придется снова смазать пробку и крепко зажать винты „Т“ и „Т'“.

* * *

В заключение выражаю благодарность Г. А. Дарбиняну за предложенную им тему и ценные указания.

ЛИТЕРАТУРА

1. В. О. Казарян—ДАН Арм. ССР, III (2), 1945.

V. O. Kazarian

An apparatus for the analysis of the volume of the gases in the plant body

A new apparatus (see the figure 1. in the armenian text) was constructed by the author, which allows rapidly to pump out the gases from the body of the investigated organs of the plants and to analyse their contents.

The author proposed an other simplified apparatus (fig. 2.) by means of which we can receive the gases of the uncut shoot of the plant and to analyse the gases in the first apparatus.