

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ**  
**ЎРТА ВА ОЛИЙ МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ**

**ГУЛИСТОН ДАВЛАТ УНИВЕРСИТЕТИ**  
**УМУМИЙ ЭКОЛОГИЯ ВА ГЕОГРАФИЯ КАФЕДРАСИ**

**Сайфуллаев Келдиёр Нуриллаевичнинг**

5420100 - биология таълим йўналиши бўйича бакалавр даражасини олиш  
учун “Ўсимликларда сув алмашинув хусусиятлари ва уни ўрганиш  
усуллари” мавзусидаги битирув малакавий иши

Илмий раҳбар: З.Мадархимова

Гулистон -2012

## МУНДАРИЖА

Кириш.....	3
I-Боб. Адабиётлар таҳлили.....	5
II-Боб. Танланган объектлар ва тадқиқот методлари.....	9
III-Боб Ўсимликларда сув алмашинув хусусиятлари ва уни ўрганиш усуллари	
3.1. Ўсимлик ва тупроқдаги сув мутаносиблиги.....	10
3.2. Сувнинг ўсимлик бўйлаб ҳаракатланиш механизмлари.....	22
3.3. Транспирация.....	36
3.4. Ўсимликларда сув алмашинувини ўрганиш усуллари.....	50
Хулоса ва тавсиялар.....	60
Фойдаланилган адабиётлар рўйхати.....	63

## КИРИШ.

**Мавзунинг долзарблиги.** Ер юзидаги барча тирик мавжудотларнинг ҳаёти сув билан чамбарчас боғлиқ бўлиб, сув етарли бўлгандагина тирик организмда кузатиладиган физиологик ва биохимиявий реакциялар ўз вақтида ва маълум изчилликда давом этади. Сув тирик организмларнинг яшаши учун асосий муҳитлардан биридир. Сувсиз шароитда организмлар нобуд бўлади ёки анабиоз ҳолатига ўтади.

Сайёрамизнинг температураси деярли бир меъёردа сақланиб туриши ҳам ер шаридаги сув ҳавзаларининг фаолиятига боғлиқ. Чунки баҳор ва ёз ойларида қуёшдан ерга етиб келадиган электромагнит- ёруғлик энергияси океан, денгиз, кўл, тупроқ ва дарё ҳавзалари томонидан ютилиши туфайли атмосфера ҳароратининг пасайишига олиб келади. Куз ва қиш фаслларида ҳам, баҳор ва ёзда ҳам, сув ҳавзаларида тўпланган ёруғлик, иссиқлик энергияси аста-секинлик билан ажралиб турганлигидан атмосфера ҳавоси ҳаддан ташқари совиб кетмайди. Хулоса қилиб айтганда, ер юзидаги сув ҳавзалари атмосферадаги ҳароратнинг бир хил сақланишини таъминлайди. Сув ҳавзалари завод-фабрикалардан, ўрмонларнинг ёнишидан, вулқонлар отилишидан ва барча тирик организмларнинг нафас олишидан ажралиб чиққан карбонат ангидридни ютиши билан атмосферанинг тозаланишида иштирок этади. Бу ҳол  $\text{CO}_2$  гази кўплаб тўпланишидан ҳосил бўладиган ҳодисанинг пасайишига олиб келади.

Шу билан бирга сув таъсирида тоғ жинсларининг нураши ва емирилиши натижасида ер юзасининг манзараси чуқур ўзгаришларга учрайди. В.И.Вернадскийнинг айтишича, сайёрамиздаги энг муҳим геологик жараёнларнинг келиб чиқишида сув билан тенглашадиган омилни учратмаймиз.

Сув тирик организмларнинг ҳаёт фаолиятида муҳим ўринни эгаллайди. Тирик организмларнинг тана ҳарорати сув туфайли деярли бир хил даражада сақланади. Сув эритувчи сифатида тирик организмларда содир бўладиган

физиологик ва биохимиявий жараёнларнинг нормал ўтишини таъминлайди. Шу боисдан ўсимликларда сув алмашинув хусусиятлари ва уни ўрганиш усуллари аниқлаш долзарб мавзулардан ҳисобланади.

**Ишнинг мақсади ва вазифалари.** Битирув малакавий ишнинг мақсади – ўсимликларнинг сув алмашинув хусусиятлари ва уни ўрганиш усуллари таҳлил қилиш.

Шу мақсаддан келиб чиққан ҳолда қуйидаги вазифалар белгиланди:

- Ўсимлик ва тупроқдаги сув мутаносиблиги ҳодисалари таҳлили.
- Сувнинг ўсимлик бўйлаб ҳаракатланиш механизмларини таҳлил қилиш.
- Ўсимликларда борадиган транспирация жараёни методларини ўрганиш.
- Ўсимликларда сув алмашинувини ўрганиш усуллари аниқлаш.

**Ишнинг амалий аҳамияти.** Ўсимликларнинг сув алмашинув хусусиятларини чуқур таҳлил қилишда уни ўрганиш усуллари ҳам катта аҳамиятга эга. Ушбу усулларни қўллаш орқали ўсимликлар танасида кечадиган физиологик жараёнларнинг фаоллигини аниқлаш мумкин.

**Ишнинг тузилиши ва ҳажми.** Битирув малакавий иш кириш, 3-боб, хулоса ва тавсиялар, фойдаланилган адабиётлар рўйхатидан иборат бўлиб, компьютер варианты шаклида расмийлаштирилган. Битирув малакавий иш ҳажми 64 бетни ташкил этади. Таркибида жадвал ва фотосуратлар мавжуд. Фойдаланилган адабиётлар рўйхати 30 та бўлиб, шулардан 3 таси интернетдан олинган.

## **I-Боб. АДАБИЁТЛАР ТАҲЛИЛИ.**

Сув тирик организмларнинг яшаши учун асосий муҳитлардан биридир. Сувсиз шароитда организмлар нобуд бўлади ёки анабиоз ҳолатига ўтади. Шу билан бирга сув таъсирида тоғ жинсларининг нураши ва емирилиши натижасида ер юзасининг манзараси чуқур ўзгаришларга учрайди. В.И.Вернадскийнинг айтишича, сайёрамиздаги энг муҳим геологик жараёнларнинг келиб чиқишида сув билан тенглашадиган омилни учратмаймиз.

Ер шарида сувнинг умумий миқдори 1,5 млрд. км<sup>3</sup> чамасида бўлиб, сайёрамизнинг турли қисмларида ҳар хил миқдорда тарқалган. Сув табиатда буғ, суюқлик ва муз шаклларида учрайди. Сув тирик организмларнинг ҳаёт фаолиятида муҳим ўринни эгаллайди. Тирик организмларнинг тана ҳарорати сув туфайли деярли бир хил даражада сақланади. Сув эритувчи сифатида тирик организмларда содир бўладиган физиологик ва биохимиявий жараёнларнинг нормал ўтишини таъминлайди. [ 5,9,14,]

Сув ўсимликларнинг озикланиши учун зарур, чунки ўсимликлар моддаларни сувда эриган ҳолатда ўзлаштиради. Фотосинтез жараёнида сув таркибидаги водород ҳисобига углеводлар синтезланади. Сувдан ажралиб чиққан кислород эса организмларнинг нафас олиш жараёнида сарфланади.

Ўсимликлар танасида сувнинг миқдори 70 % дан 90 % гача бўлиши мумкин. Яъни бу уларнинг тур ва навларига, ёшига, яшаш муҳитига, ҳар хил органларига ва ҳатто хужайра органолдларига ҳам боғлиқ. Айниқса ўсимликларнинг ёш аъзоларида ва баргида бу кўрсаткич 90 % гача бориши мумкин. Сув миқдори хужайра протоплазмасида – 80 %, ширасида – 98 %, пўстида 50 % гача бўлиши мумкин. Айрим хўл меваларда жуда кўп: бодрингда – 98 %, помидорда – 94 %, тарвузда – 92 %, картошкада – 77 % гача бўлади. [ 15,22,34,19, ]

Ўсимликларнинг ҳаётий жараёнларида сув қуйидаги вазифаларни бажаради:

- 1). Биокимёвий реакцияларнинг содир бўлиши учун асосий муҳит бўлиб ҳисобланади.
- 2). Кимёвий бирикма бўлганлиги учун муҳим реакцияларда: гидролиз, синтез, оксидланиш ва қайтарилиш реакцияларида (фотосинтез, нафас олиш, минерал элементларни ўзлаштириш ва ҳоказолар) тўғридан-тўғри иштирок этади.
- 3). Ўсимликларни кучли иссиқлик таъсиридан сақлайди, улар ҳароратини пасайтиради (транспирация).
- 4). Ўсимликларнинг тупроқдан қабул қилган минерал элементлари, унинг танасида ҳосил бўлган органик моддаларнинг ҳаракати ва қайта тақсимланиши ҳам сув ҳисобига содир бўлади. [ 2,9,12,24,31,14 ]

Суюқ ва эриган моддаларнинг парда орқали диффузияланиш ҳодисасига осмос дейилади. Осмос ҳодисаси чала ўтказувчи пардаларнинг табиатига боғлиқ. Осмос ҳодисасини кўрсатиш учун идиш чала ўтказувчи парда орқали иккига бўлинади. Экзоосмосдан кўра эндоосмоснинг кучлироқ бўлиши натижасида пуфакнинг ички томонидан итарувчи куч - осмотик босим деб аталади. Бундай босимнинг мавжудлигини биринчи марта 1826 йилда француз ботаниги Дютроше исботлаб берган. Буни исботлашда кўлланиладиган асбоб эса Дютроше осмометри дейилади. Бу тажрибани 1877 йилда В.Пфеффер ўсимлик ҳужайрасига яқинроқ ҳолда ўтказган. [4,8,13, 6]

Н.А.Максимов, Д.А.Сабинин ва В.С.Шардаковлар (1925-1935) шимиш кучи айрим шароитда осмотик босим кучига нисбатан анча юқори эканлигини кўрсатганлар. Бундай ҳодиса, айниқса, ўсимлик тўқималари сўлиб қолганда кузатилади. [ 5,7,20,27,33 ]

Қабул қилинган сувнинг поядаги ўтказувчи найларга ўтиши шу найлардаги эритма концентрациясига боғлиқ, ўтказувчи найлардаги

эритманинг концентрацияси қанча кучли бўлса, қабул қилинган сув шунча тез шимилади. Маълум куч воситасида сувнинг найлар орқали юқорига ҳараб ҳаракатланиши илдиз босим кучи дейилади. Илдиз босим кучи ўсимликнинг яшаш шароити ва турига ҳараб ўзгариб туради.

Ўтчил ўсимликларда илдиз босим кучи 1-3 атм. босим кучига тенг бўлса, дарахтларда 10 атм.га бориб қолади. Ўсимлик ҳужайраси орқали сувнинг бир томонлама ҳаракатланиш схемасини Д.А.Сабинин тавсия этган.

Схемага биноан, ўсимлик ҳужайраларининг турли қисмларида моддалар алмашиниш жараёни ҳам турлича борганлиги учун шимиш кучи ҳам ҳар хил бўлади. Д.А.Сабинин фикрича, "А" ҳужайрасининг "Б" ҳужайрасига тегиб турган қисмида моддалар алмашиниши суст ўтиб, "Б" ҳужайрасида жадал ўтганлигидан, унинг шимиш кучи "А" ҳужайрасининг шимиш кучидан кучлироқ бўлади. Шунинг учун сув "А" ҳужайрасидан "Б" ҳужайрасига ҳараб ҳаракатланади. Худди шундай нисбат "Б" ҳужайраси билан "В" ҳужайраси ўртасида ҳам кўрсатилади. Бунда "Б" ҳужайрасидан "В" ҳужайрасига сув осонликча ўтиб кетади [ 7,35,26]

Радченконинг кўрсатишича, тупроқнинг температураси ер устидаги ҳаво температурасидан бир оз паст бўлганда шароит қулай бўлар экан.

Ўсимликлар ўзларининг ривожланиш процессида ана шундай температура нисбатига мослашган энг қулай температура градиенти турли ўсимликларда ҳар хил бўлиб, ўзларининг географик келиб чиқишларига боғлиқ бўлиши ҳам мумкин.

Хусусан, Тумановнинг кўрсатишича, лимон ўсимлигининг илдизлари учун тупроқнинг энг қулай температураси тахминан 30 °С яқин. Шу билан бирга, кўпгина шимолий ўсимликлар доим музлаган ерларда ҳам ўз илдизларини худди муз устига ёйгандек яхши ўсади (Дадикин).[ 24,29,34 ]

С.А.Кибрик (1973) фикрича, оғизчаларнинг очилиб-ёпилиши АТФ молекулаларининг синтезланишига боғлиқ. ҳужайралар таркибида АТФ кўп

бўлса, унинг энергияси ҳисобига осмотик актив бирикмалар хужайрага ўтади. Натижада хужайрада осмотик актив моддалар миқдори ортиб, оғизча очилади. ҳамраб турувчи хужайралардан осмотик актив бирикма АТФ энергияси ҳисобига чиқарилса, хужайранинг осмотик потенциали камаяди ва оғизча ёпилади. [15,21,26,28 ]

Барг оғизчаларининг очилиш даражасини қуйидаги усуллардан фойдаланиб аниқлаш мумкин.

Ф.Ллойд усули. Бу усулда ўсиб турган ўсимликнинг барг эпидермиси шилиб олиниб, абсолют спиртга солиб қўйилади. Г.Х.Молотовский усули. Барг юзасини ва барг оғизчаларини фотоплёнкага расмга олиш. Молиш усули. Молишнинг инфильтрация усули бўйича барг оғизчалари орқали спирт, бензол ва ксилол молекулаларининг ўтиб кетиш даражаси ҳисобга олинади. Френсис Дарвин усули. Бу усулда Ф.Дарвин ишлаб чиққан парометр асбоби ҳўлланилади. [ 9,18 ]

Қурғоқчилик шароитида ўсимликлар сувни кам буғлантиради, деб келинган фикирни академик Н.А.Максимов рад этди. У ксерофитлар мезофитларга нисбатан сувни кўп буғлантиришини текширди. [ 11,25,27 ]

## **II-Боб. ТАНЛАНГАН ОБЕКТЛАР ВА ТАДҚИҚОТ МЕТОДЛАРИ**

Тадқиқот объекти сифатида – Ўсимликларда сув алмашинув хусусиятларини ўрганишда қўлланиладиган методлар таҳлили ҳисобланади.

Таҳлил ишлари 2011-2012 йилларда олиб борилди. Ўсимлик ва тупроқдаги сув мутаносиблиги тургор ва плазмолиз, циторриз ходисаси, шимиш кучи, осмотик босим Н.А.Максимов, Д.А.Сабинин ва В.С.Шардаковларнинг (1925-1935) методлари;

Сувнинг ўсимлик бўйлаб ҳаракатланиш механизмлари Д.А.Сабинин, В.П.Дадикин, Л.С.Литвинов, И.И.Тумановлар методикалари; Транспирация жадаллиги А.А.Иванов (1950), сув танқислиги И.Чатский (1960), сувни сақлаш қобиляти А.А.Ничипоровичларнинг (1926), барглардаги сув миқдори тарозида тортиш усулида Басловская, Трубецкова (1964) методлари таҳлил қилинди.

Барг оғизчаларининг очилиш даражасини куйидаги усулларида фойдаланиб аниқлаш мумкин. Булар Ф.Ллойд усули. Бу усулда ўсиб турган ўсимликнинг барг эпидермиси шилиб олиниб, абсолют спиртга солиб қўйилади. Г.Х.Молотовский усули. Барг юзасини ва барг оғизчаларини фотоплёнкага расмга олиш. Молиш усули. Молишнинг инфилтрация усули бўйича барг оғизчалари орқали спирт, бензол ва ксилол молекулаларининг ўтиб кетиш даражаси ҳисобга олинади. Френсис Дарвин усули. Бу усулда Ф.Дарвин ишлаб чиққан парометр асбоби қўлланилади.

Ўсимликларнинг сув алмашинув хусусиятларини чуқур таҳлил қилишда уни ўрганиш усуллари ҳам катта аҳамиятга эга. Бундай услублар қаторига транспирация жадаллиги, ўсимликлар таркибидаги эркин ва боғланган сув миқдори, ўсимликлар танасига сувнинг кириш тезлиги, ўсимликлар таркибидаги сув тақчиллиги ва бошқа усуллар киради. Ушбу усулларни қўллаш орқали ўсимликлар танасида кечадиган физиологик жараёнларнинг фаоллигини аниқлаш мумкин.

## III-БОБ. ЎСИМЛИКЛАРДА СУВ АЛМАШИНУВ ХУСУСИЯТЛАРИ ВА УНИ ЎРГАНИШ УСУЛЛАРИ

### 3.1. Ўсимлик ва тупроқдаги сув муносиблиги

Диффузия. Хужайранинг ҳаётлиги ундаги доимий модда алмашинув жараёнининг мавжудлигига боғлиқ. Яъни хужайралар ташқи шароитдан ёки ёнма-ён жойлашган хужайралардан тўхтовсиз равишда моддаларни қабул қилади, айрим моддаларни эса ўзидан чиқаради. Яъни, ўсимликларнинг ҳаёти уни ташкил қилган хужайраларнинг ташқи ва ички муҳит омиллари билан муносабати орқали амалга ошади. Булардан энг муҳими хужайраларга ташқи муҳитдан сув ва унда эриган моддаларнинг кириши ва хужайралараро ҳаракатидир. Ана шу жараёнлар натижасида ўсимлик хужайраларида мавжуд бўлган осмотик босим катта роль ўйнайди. Бу эса диффузия ва осмос қонунларидан келиб чиқади. Бундан ташқари ўсимликларнинг сув ва озик моддалар билан таъминланишида хужайранинг сув потенциали, тургор босимлари ҳам маълум аҳамиятга эга.

Умумий системада моддаларнинг бир жойдан иккинчи жойга силжиши ёки эритма ва эритувчи молекулаларининг ўзаро аралашшига *диффузия* дейилади. Диффузияланувчи модда ўз йўлида парда учратса, унинг тарқалиши анча қийинлашади. Хужайранинг целлюлоза, гемицеллюлозадан иборат пўсти ҳам шунга ўхшаш пардалар қаторига киради. Мембрананинг плазмалемма ва тонопласт қаватлари хужайранинг осмотик хусусиятларини белгилайди. Маълумки, хужайра мембранаси жуда майда тешикчалар йиғиндисидан иборат. Бу тешикчалар орқали хужайрага молекуласининг ўлчами тешикчалар ўлчамидан кичик бўлган моддалар киради. Лекин бошқа моддаларнинг хужайрага кириши осмос қонунлари асосида амалга ошади. Икки хил ҳар хил концентрацияли эритмаларни бир-бирига қўшганда уларнинг молекула ва ионлари тезда ўзаро диффузияланади. Бунда

диффузиянинг тезлиги эритмалар концентрациясининг кинетик энергиясига боғлиқ бўлади.

Кўпчилик моддалар учун ягона эритувчи сув ҳисобланади. Ҳар қандай сувли эритма химиявий ва сув потенциали катталиклари билан характерланади. Эритманинг концентрацияси қанча паст бўлса, унинг химиявий потенциали паст, сув потенциали эса юқори бўлади. Демак, дистилланган сув энг юқори сув потенциалига эга.

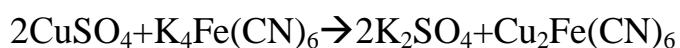
Осмос. Суюқ ва эриган моддаларнинг парда орқали диффузияланиш ходисасига *осмос* дейилади. Осмос ходисаси чала ўтказувчи пардаларнинг табиатига боғлиқ. Осмос ходисасини кўрсатиш учун идиш чала ўтказувчи парда орқали иккига бўлинади. Шу идишнинг бир томонига концентрланган шакар, иккинчи томонига тоза сув қуйилади. Шакар молекулаларига нисбатан сув молекулалари кичик ва ҳаракатчан бўлганлиги учун улар ярим ўтказувчи парда орқали эритмага тез ўтади. Эритма ҳажми маълум даражагача етгач, у сувнинг ўтишига тўсқинлик қилади.

Эритманинг парда орқали ичкарига киришига *эндоосмос*, ташқарига чиқишига эса *экзоосмос* дейилади. Кейинги йилларда ўтказилган текширишларнинг кўрсатишича, фақат эритувчиларни (сув) ўтказиб, эриган моддаларни бутунлай ўтказмайдиган пардалар ҳам борлиги аниқланган. Бундай пардалар танлаб ўтказувчи пардалар деб аталади.

Осмотик босим. Экзоосмосдан кўра эндоосмоснинг кучлироқ бўлиши натижасида пуфакнинг ички томонидан итарувчи куч – *осмотик босим* деб аталади. Бундай босимнинг мавжудлигини биринчи марта 1826 йилда француз ботаниги Дютроше исботлаб берган. Буни исботлашда қўлланиладиган асбоб эса Дютроше осмометри дейилади. Бу осмометр билан осмотик қонуниятни кўриб чиқиш учун ҳайвон қовуғидан ёки пергамент қоғозидан халтача тайёрлаб, уни тез диффузия қилмайдиган модда билан (сахароза, глюкоза) тўлғазиб сувга солсак, халтача шиша бошлайди, унинг девори таранг бўлиб қолади ва ичкаридан ҳосил бўлган босимга чидолмай

ёрилади. Агар халтачанинг оғзини бутунлай боғлаш ўрнига шиша най ўрнатилса, унинг ичидаги суюқлик баландлиги ички босим таъсирида кўтарила бошлайди. Бу жараён дастлаб тезроқ бориб, кейинчалик секинлашади ва тўхтаб қолади, кейин эса яна пасая бошлайди. Чунки Дютроше ишлатган парда ярим ўтказгич хусусиятига эга эмас эди.

Бу тажрибани 1877 йилда В.Пфедфер ўсимлик ҳужайрасига яқинроқ ҳолда ўтказган. У анорганик моддалардан ярим ўтказгич парда ҳосил қилиш учун 1 н ли  $\text{CuSO}_4$  эритмасини сопол идиш ичига солиб, шу идишни 1 н. ли  $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$  эритмасига ботирган. Сопол идиш тешикчаларига кирган  $\text{CuSO}_4$  молекулалари билан  $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$  куйидагича реакцияга киришиб  $\text{Cu}_2\text{Fe}(\text{CN})_6$  пардаси ҳосил қилган:



Сопол идиш тешикчаларида чала ўтказувчи парда ҳосил бўлган. Шу идиш ичига кучли шакар эритмасини солиб, идиш оғзи монометр ўрнатилган каучук тиқин билан маҳкам беркитилади ва идиш сувга ботирилади. Маълум вақт ўтгач, монометрдаги симоб устуни аста-секин юқорига кўтарилиб, бир нуқтада тўхтаб қолади. Бу нуқта осмотик босим кучини кўрсатади. Пфедфер осмотик босимнинг қиймати турли шароитга боғлиқ бўлганлигини шу осмометр ёрдамида текшириб, унинг эритма концентрациясига нисбатан тўғри пропорционал боғлиқ эканлигини аниқлаган.

Ўсимлик ҳужайрасида ҳам шундай жараёнлар содир бўлиши мумкин. Яъни, ўсимлик ҳужайрасининг пўсти эластиклик хусусиятига эга бўлиб, чўзилиш қобилиятига эга. Сув ва унда эриган моддаларни ўзидан ўтказди. Лекин протоплазма мембрана қаватларининг мавжудлиги (плазмолемма ва тонопласт) сабабли турли моддаларга нисбатан танлаб ўтказувчанлик хусусиятига эга. Унинг бу хусусияти сув унда эриган моддаларнинг ҳужайра ширасига турли тезликда ўтишига асосланади.

Эритмада ионларга тарқалмайдиган моддалар 1 моляр эритмасининг  $0^\circ\text{C}$  даги осмотик босим кучи электролит бўлмаган эритмаларга нисбатан ўрта

ҳисобда 1,5 марта ортиқ бўлади. Шу айирмани кўрсатадиган сон изотоник (Вант-Гофф) коэффиценти деб аталади. Изотоник коэффицент эритманинг нормаллигига боғлиқ. Масалан, эритманинг концентрацияси 0,01 молга тенг бўлса, изотоник коэффицент 1,93; 0,8 молярда 1,64 га тенг бўлади.

Ўсимлик хужайраси вакуоласида жуда кўп осмотик фаол моддалар тўпланади. Буларга шакарлар, органик кислоталар ва тузлар киради. Хужайра ширасида осмотик фаол моддалар қанча кўп тўпланса, унда осмотик босим шунча юқори бўлади.

Хужайранинг осмотик босимини Вант-Гофф формуласи бўйича аниқласа бўлади:  $P=RTC_i$ , бу ерда –  $P$  – осмотик босим,  $C$  – эритма концентрацияси,  $R$  – газлар константи – 0,08207;  $T$  – абсолют ҳарорат,  $i$  – изотоник коэффицент бўлиб, электролит эритмалар учун 1 га ва электролитмас эритмалар учун 1,5га тенг.

Осмотик босим ўсимликлар ҳаётида катта аҳамиятга эга. Бундай босим орқали ўсимликлар етарли миқдорда сув ва озик моддаларни қабул қилади, уларнинг ўсимлик танаси бўйлаб ҳаракатланиши ва тақсимланиши амалга ошади. Хужайранинг осмотик босим кучи доимий бир хил бўлмайди. Бу куч аввало, хужайра ширасида тўпланган органик ва анорганик моддалар миқдорига, концентрациясига ва хужайрада кечадиган метаболитик жараёнларнинг фаоллигига боғлиқ. Юқори осмотик босим энди унаётган уруғларда кузатилади. Хужайра ширасидаги юқори молекуляр моддалар гидролизланганда осмотик босим ошади, уларнинг синтез бўлишида бу куч пасаяди. Ҳатто битта ўсимликнинг ҳар хил органларида ҳам осмотик босим кучи ҳар хил бўлади. Турли экологик гуруҳга мансуб ўсимлик турларида ҳам бу куч ҳар хил бўлади. Сув ўсимликларининг баргида 100 кПа, мезофитларда – 500-3000 кПа, ксерофит ва галофитларда 20000 кПа атрофида бўлади. Ёруғсевар ўсимликларда осмотик босим соясеварларга караганда юқори. Ксерофит ўсимликларда ҳаво ҳарорати юқори ва тупроқда сув танқислиги юқори бўлган шароитларда осмотик босимнинг юқори

бўлиши тупроқдан сув ва озиқ моддаларни қабул қилишни кучайтиради. Шунинг учун ҳам бу кўрсаткичнинг қийматига қараб, ўсимликларнинг курғоқчилик ва шўрликка чидамлилигини аниқлашда кенг фойдаланиш мумкин.

Ташқи муҳит эритмасининг осмотик босим кучи ҳужайра осмотик босим кучидан юқори бўлса – гипертоник, кам бўлса – гипотоник, ҳужайра ва эритманинг осмотик босим кучлари бир-бирига тенг бўлса, изотоник эритма ҳисобланади.

Тургор ва плазмолиз. Тирик ҳужайрага моддаларнинг киришида протоплазманинг плазмолемма қавати асосий вазифани бажаради. Бу қават ярим ўтказувчи бўлиб, сувни ўтказиши, сувда эриган моддаларнинг баъзиларини осон ёки ёмон ўтказиши, айримларини умуман ўтказмайди.

Агар ўсимлик ҳужайрасини тоза сув ичига туширсак, ҳужайра ширасининг концентрацияси юқорилиги учун протоплазма сувни осонлик билан ўтказганлиги сабабли, ҳужайра сувни тортиб ола бошлайди. Ҳужайра ширасининг осмотик босими қанча юқори бўлса, шунча куч билан сув вакуолага тортилади. Сув ҳужайра пўсти, плазмолемма, мезоплазма ва тонопласт орқали диффузияланиб, ҳужайра ширасига қўшила бошлайди. Бу жараён ҳужайра пўстининг каршилиги билан ширанинг осмотик босими тенглашганча давом этади. Яъни, сувнинг ичкарига кириши тўхтаб қолмайди. Чунки ҳужайранинг тургор ҳолати содир бўлади. Тирик ҳужайра пўстининг тўла сув билан таъминланиши натижасида таранг туришига *тургор* дейилади. Ҳужайра пўстининг тарангланиши натижасида ҳосил бўлган ва ичкарига итарадиган куч *тургор босим* дейилади.

Ҳужайранинг тургор ҳолатидан юзага келадиган умумий таранглик бутун ўсимлик организмнинг таранг ҳолда туришини, барглар, новдаларнинг тик туриш ҳолатини умуман ўсимликнинг нормал физик ҳолатини таъминлайди.

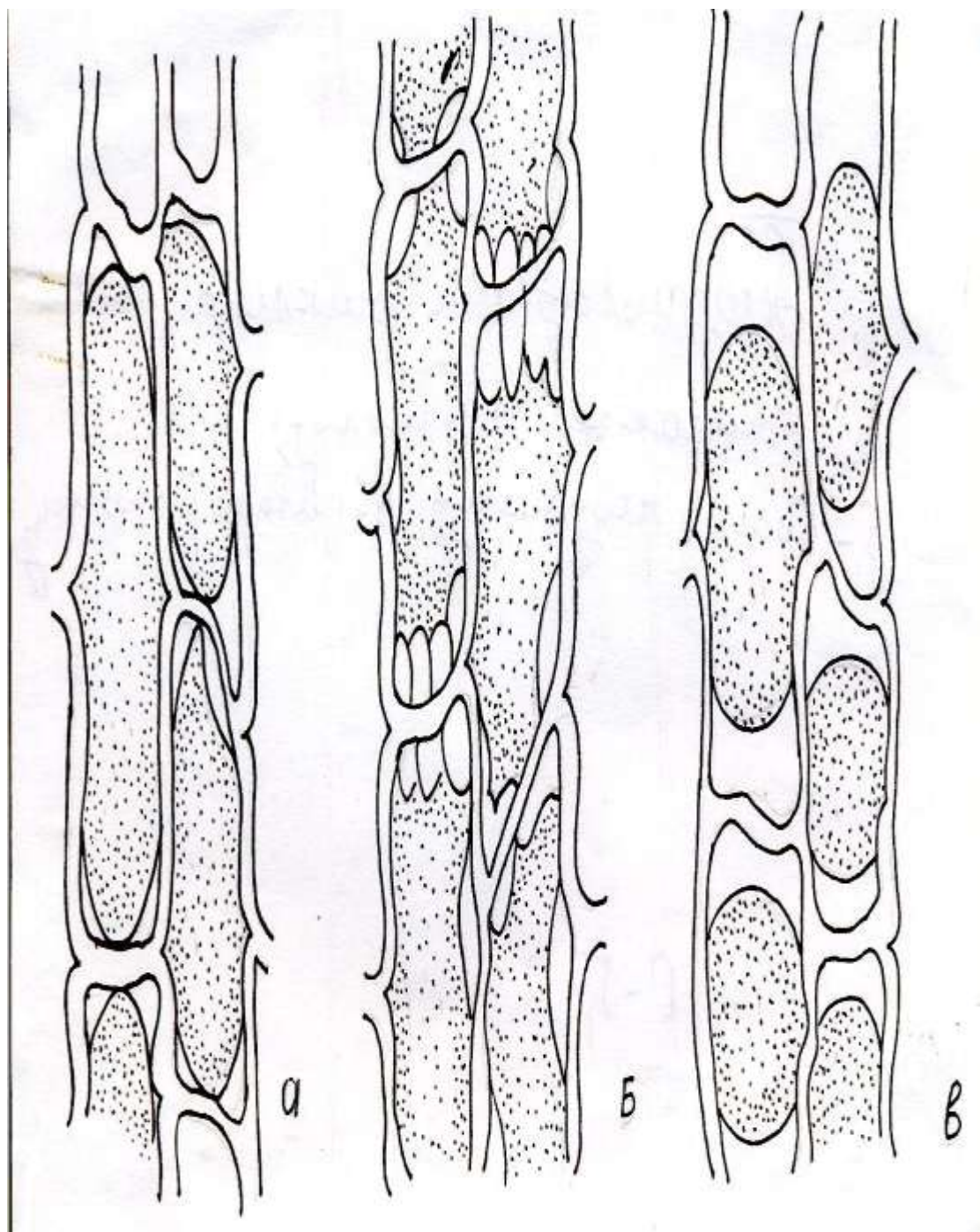
Агар ҳужайра шираси концентрациясидан юқори бўлган эритмага (ош тузи ёки шакар эритмаси) солинса, тургорнинг аксини кўриш мумкин.

Ташқи эритманинг концентрацияси юқори бўлганлиги сабабли, ҳужайра ширасидан сув ташқи эритмага чиқа бошлайди. Бунинг натижасида вакуоланинг ҳажми кичрайиб, ҳужайра ширасининг концентрацияси ортиб боради. Вакуола қисқарган сари уни ўраб турган цитоплазма ҳам қисқариб, охири у ҳужайра пўстидан ажрала бошлайди. Ташқи эритма эса пўст билан протоплазма ўртасида ҳосил бўлган бўшлиқни эгаллай бошлайди. Протоплазма қисқариб, ҳужайра пўстидан ажралишига *плазмолиз* дейилади. Плазмолиزلанган ҳужайра яна тоза сувга солинса, у яна сувни шимиб олиб, тургор ҳолатига қайтиши мумкин. Бу жараёнга *деплазмолиз* дейилади.

Ҳужайраларда содир бўладиган плазмолиз икки хил шаклда учраши мумкин. Дастлаб протоплазма ҳужайра бурчакларидан ажрала бошлайди, сўнгра ҳамма деворларидан ажралади. Лекин анча вақтгача ҳужайранинг айрим жойларида протопласт пўст билан бириккан ҳолда қолади ва ботик чегарали шаклга киради. Бунга ботик формали плазмолиз дейилади. Агар протопласт ҳужайра пўстидан тўла ажралиб, тўпланиб қолса, думалоқ шаклга киради. Плазмолизнинг бундай формасига *қавариқ плазмолиз* дейилади (1-расм).

Умуман, ўсимликлар ҳужайра ширасининг осмотик босими улар яшаётган муҳит эритмасининг осмотик босимидан юқорироқ бўлиши шарт. Шундагина ўсимлик ҳужайраларининг тургор ҳолати сақланади. Тургор ҳолатида бўлган ҳужайраларда физиологик, биохимиявий ва биофизикавий жараёнлар нормал амалга ошади. Бу эса ўз навбатида ўсимликлардан юқори ва сифатли ҳосил олишда катта аҳамиятга эга.

Ҳужайранинг сўриш кучи. Ҳужайранинг коллоид ва осмотик хусусиятлари ҳужайрага ташқи муҳитдан сув ўтиш қонуниятларини белгилайди.



1-расм. Плазмолизнинг шакллари.

а- бошланғич плазмолиз; б- ботик плазмолиз; в- қавариқ плазмолиз.

Куруқ уруғларга сувнинг шимилиши улардаги запас органик моддаларнинг коллоид мицеллаларининг бўртиши натижасида содир бўлади. Оқсил моддалари энг кўп, крахмал камроқ бўртиш қобилиятига эга. Шунинг учун ҳам таркибида оқсил ёки крахмал бўлган куруқ уруғлар бўртган вақтида сувни жуда катта куч билан тортади. Бу куч 1000 атмосферагача етади. Лекин уруғ хужайралари сув билан таъминланиш жараёнида, уларнинг сув тортиш кучи камая боради. Уруғларнинг бу қобилияти уларнинг униб чиқишини таъминлашда катта аҳамиятга эга (2-расм).



2-расм. Баргнинг шимиш кучини кузатиш.

1- симоб солинган идиш; 2- симоб; 3- қалин деворли шиша най (қайнатилган совуқ сув билан тўлдирилган); 4- каучук тирқиш; 5- каучук тирқишга ўрнатилган новда.

Хужайрага сувнинг кириши осмотик босимдан ташқари, кўпинча, хужайранинг сувдан тўйиниши натижасида пайдо бўладиган тургор босим кучига ҳам боғлиқ. Хужайранинг сувни сўриш кучи унинг осмотик босимига тўғри пропорционал боғлиқдир. Яъни, хужайрага сувни кириш кучига хужайранинг *сўриш кучи* дейилади. Бу куч хужайра ширасининг осмотик ва тургор босимлари муносабати билан белгиланади:  $S=P-T$ , бу ерда  $S$  – хужайранинг сўриш кучи (атм),  $T$  – тургор босим (атм). Формуладан кўринганидек, осмотик босим қанча юқори бўлса, сўриш кучи ҳам ортиб боради. Тургор босим камайган сари сўриш кучи ортиб боради.  $T=0$  бўлганда хужайранинг сўриш кучи энг юқори кўрсаткичга эга бўлади.

1-жадвал

Хина ўсимлиги хужай- расининг физиологик ҳолати	Осмотик босим кўрсаткичлари, атм		
	Осмотик босим кучи	Тургор босим кучи	Шимиш кучи
Сувга тўйинган хужайрада	9,3	9,3	0,0
Плазмолиз ҳолатидаги хужайрада	10,5	0,0	10,5

Хужайрадан сувнинг буғланиши натижасида унинг ҳажми кичраяди, натижада хужайранинг осмотик босими тургор босимига қараганда юқори бўлади, яъни:  $P=T+S$ .

Сўриш кучи  $S$  нинг қиймати хужайрага сувнинг киришини белгилайди ва кўпинча сув потенциали ҳам деб юритилади. Ўсимлик қанча кўп сув йўқотса, унинг ўрнини тезда тўлдиради. Бунда осмотик кўрсаткичлардан, осмотик босим, тургор босим ва шимиш кучининг ўзаро алоқадорлиги яққол сезилади. Сўриш кучи нафақат ўсимликлар томонидан сувнинг қабул қилиниши, балки унинг ўсимлик танаси бўйлаб ҳаракатланишида ҳам аҳамиятга эга.

Н.А.Максимов, Д.А.Сабинин ва В.С.Шардаковлар (1925-1935) шимиш кучи айрим шароитда осмотик босим кучига нисбатан анча юқори

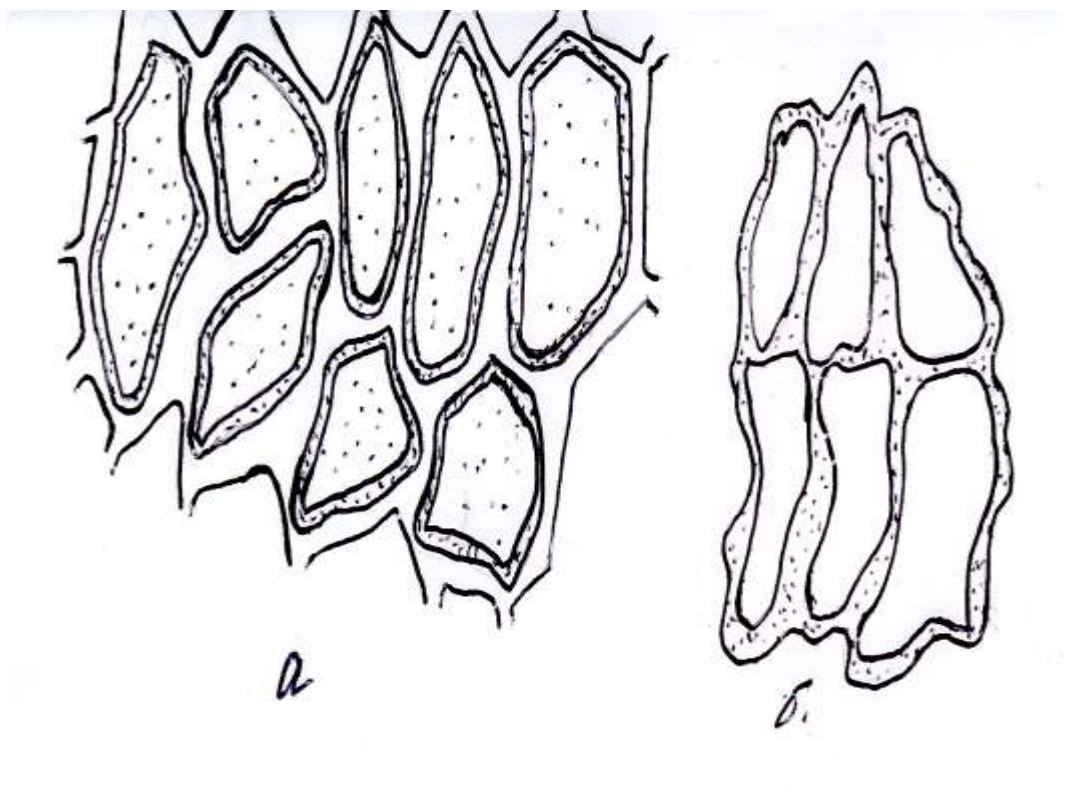
эканлигини кўрсатганлар. Бундай ҳодиса, айниқса, ўсимлик тўқималари сўлиб қолганда кузатилади.

Ўсимликнинг ёш хужайралари очик ҳавода қолдирилганда уларда плазмолиз ҳодисаси содир бўлмайди. Суви буғланган хужайра цитоплазмаси ичкарига тортилиб, хужайра пўстини ҳам ўзи билан бирга тартади. Натижада хужайра пўсти *циторриз* ҳодисасига учрайди, яъни ғижимланган шаклни эгаллайди.

Циторриз ҳодисасида цитоплазма плазмолиздагидек хужайра пўстидан ажралмайди. Натижада тургор босим кучи куйидаги тенгламага асосан манфий ишорали бўлиб, шимиш кучи  $S=P-T$  бўлмасдан,  $S=P-(-T)$  ёки  $S=P+T$  бўлади (3-расм).

Ўсимликларнинг келиб чиқишига, навига, турига, яшаш шароитига ва хатто органларига қараб, сўриш кучининг ҳар хил бўлишини кўрсатиш мумкин. Қари хужайраларга нисбатан ёш хужайраларда сўриш кучи юқори бўлади, сабаби бу хужайраларнинг девори юпқа ва эластик бўлади, тургор босими эса паст бўлади. Агар  $T_1 < T_2$  бўлса,  $P_1 = P_2$ , унда  $S_1 > S_2$  бўлади. Бундай ҳолат шаклланган барг хужайраларида кузатилади.

Ўсимликлар хужайрасига сувнинг кириши асосан осмос механизмлари асосида амалга ошади. Лекин бундан ташқари хужайрага сувни киришининг бошқа йўллари ҳам мавжуд. Бундай йўлларнинг бири электроосмотик йўл ҳисобланади. Бу хужайранинг плазмолемма ва тонопласт қаватларининг ионларни ўтказиш хусусиятлари асосида амалга ошади. Бунда протоплазманинг ички ва ташқи чегараларида электрик потенциаллари фарк қилади. Ҳосил бўлган электр майдонида сув вакуолага қараб силжийди. Бундай потенциаллар фарқининг катталиги нафас олиш тезлигига ҳам боғлиқ. Бу жараён сувнинг хужайрага киришига ижобий таъсир қилади.



3-расм. а- тургор ҳолатдаги ҳужайра; б- сувни йўқотган циторриз ҳодисасига учраган ҳужайра.

Ўсимлик тўқимасининг шимиш кучини қуйидаги формула бўйича аниқлаш мумкин:  $S=RTC_i$

Ўсимлик тўқимасининг шимиш кучини аниқлаш йли билан ўсимликларнинг сувга бўлган эҳтиёжини қондириш мумкин.

Ўсимликларнинг сўлиш нуқтаси. Ўсимликларнинг тупроқдан сувни қабул қилиши тупроқдаги сув ҳолатига илдиз тизимининг сувни қабул қилиш фаоллигига боғлиқ. Тупроқ, ўз навбатида, ҳар хил катталиқдаги заррачалар ва ўсимлик чириндилари ҳамда анорганик коллоидлар йиғиндисидан иборат. Сув тупроқ заррачаларига турли даражадаги кучлар билан боғланган. Тупроқнинг сувни сақлаш қобилияти, ўз навбатида, аввало, тупроқ хилига, таркибидаги чиринди моддалар миқдорига, унинг структурасига боғлиқ.

Ёз ойларида ҳаво иссиқ бўлганда кечга бориб баъзи ўсимликларда сув етишмаслиги натижасида сўлиш аломатлари кузатилади. Кечқурунлари ўсимликлар танасидаги сув тақчиллигини эрталабгача қайтадан тиклаб олади.

Демак, ўсимлик тупроқдаги сувнинг ҳамма турини қабул қила олмайди, унда қандайдир миқдорда фойдаланилмаган сув қолиб кетади. Бу қолдик сувга ўлик заҳира сув ҳам деб аталади.

Сўлиш коэффициентини тупроқнинг механик таркибини аниқлаш йўли билан белгилаш осон. Сўлиш коэффициенти тупроқ коллоид заррачаларига, ундаги органик ва анорганик моддалар миқдорига ҳам боғлиқ. Тупроқнинг турига қараб, сўлиш коэффициенти ҳам ҳар хил бўлади.

2-жадвал

Тупроқ тури	Тўла сув сиғими, %	Сўлиш коэффициенти, %
Қумоқ тупроқ	23,4	0,9
Қумлоқ тупроқ	28,0	2,6
Енгил бўз тупроқ	33,4	4,8
Оғир бўз тупроқ	47,2	9,7
Лой тупроқ	64,6	16,2

Ўсимликларнинг бундай аломатига вақтинчалик сўлиш дейилади. Бундай сўлиш қисқа вақт давом этишига қарамасдан, физиологик жараёнларга салбий таъсир этади. Ўсимликларда протоплазманинг ўтказувчанлиги ошади, коллоидларнинг дисперс ҳолати кичраяди, фотосинтез секинлашиб нафас олиш тезлашади, синтетик жараёнларнинг тезлиги секинлашади.

Тупроқда ўсимликлар томонидан қабул қилинадиган сув миқдори камайганда, сўлиган ўсимликлар кечқурунги соатларда ҳам тургор ҳолатини тиклай олмайдилар. Бунга ўсимликларнинг узоқ муддатли сўлиши деб аталади. Бундай сўлиш тури ўсимликларга жуда салбий таъсир этади, яъни

бунинг натижасида илдиз тукчалари нобуд бўлади. Бу илдиз билан тупроқ ўртасидаги боғлиқликни бузади. Илдиз тукчаларидан маҳрум бўлган ўсимликларда сув алмашинув тизими бузилади, етарли сув бўлишига қарамасдан ўсиш жараёнлари секинлашади. Ўсимлик илдизида янги илдиз тукчалари ҳосил бўлгандан кейингина ўсимликлар томонидан сув ва озик модданинг қабул қилиниши бошланади.

Сўлиш коэффиценти деб, 100 г абсолют куруқ тупроқ таркибидаги ўсимликлар қабул қила олмайдиган сув миқдорида айтилади. Сўлиш коэффиценти доимий сон эмас. Бу ўсимликнинг биологик хусусиятига ва тупроқнинг физик, химик хусусиятига боғлиқдир. Шундай бўлишига қарамасдан маълум тупроқ шароитида ўсимликнинг сўлиш коэффицентини аниқлаш унинг сувга бўлган талабини аниқлаб боришда катта аҳамиятга эгадир.

### **3.2. Сувнинг ўсимлик бўйлаб ҳаракатланиш механизмлари**

Барча куруқликда яшовчи ўсимликларнинг танасида тўхтовсиз сув алмашилиш жараёни содир бўлиб туради. Бундай жараёнга ўсимликларнинг сув режими дейилади ва у уч босқичдан иборат: 1) сувнинг илдиз томонидан шимилиши, 2) ўсимлик танаси бўйлаб ҳаракати ва тақсимланиши, 3) барглар орқали буғланиш – транспирация. Бу босқичларнинг ҳар бири бир қанча жараёнларни ўз ичига олади. Ўсимликлар сувга бўлган талабининг жуда оз қисмини ер усти аъзолари (асосан барглари) орқали таъминлайдилар. Бу асосан ёғингарчилик ва ҳаво намлиги юқори бўлган даврлардагина юз бериши мумкин. Нормал ўсиш ва ривожланишни таъминлайдиган асосий сув миқдори тупроқдан илдиз системаси орқали олинади.

Ўсимликларнинг тўла нам билан таъминланиш жараёнида илдиз системаси асосий роль ўйнайди. Шунинг учун ҳам илдизнинг ривожланиш

жадаллиги, морфологик ва анатомик тузилишлари тупроқдан сув ва сувда эриган минерал элементларни сўришга мослашган. Илдизнинг энг фаол бирламчи тузилишида бир қанча тўқималарни кўриш мумкин: илдиз қини, апикал меристема, ризодерма, бирламчи пўстлоқ, эндодерма, перицикл ва ўтказувчи тўқималар. Илдизнинг ўсувчи қисми узунлиги 1 см атрофида бўлиб, меристема (1,5-2,0 мм) ва чўзилиш (2-7 мм) қисмларини ўз ичига олади. Илдизнинг меристема қисмидаги ҳужайрачалар тўхтовсиз бўлиниб туради. Ҳар бир ҳужайра ўз ҳаётида 6-7 мартагача бўлинади ва илдизларнинг ўсишини таъминлайди. Ҳужайралар бўлинишдан тўхтагандан сўнг чўзилиш бошланади. Илдизнинг чўзилиш қисмида ҳужайраларнинг дифференцировкаси тугалланиб, илдизларнинг тукчалик қисми бошланади. У ерда илдизларнинг асосий тўқималарининг шаклланиши тугайди: ризодерма, бирламчи пўстлоқ, эндодерма ва марказий цилиндр тўқималари. Ризодерма бир қават бўлиб жойлашган ҳужайралардан иборат. Асосан илдиз тўқимачаларини ҳосил қилади ва бунинг натижасида илдизнинг сув ва унда эриган минерал моддаларни сўрувчи юзаларини бир неча баробар оширади. Илдизнинг тукчалар билан қопланган қисми қанча кўп бўлса, унинг умумий сувни сўрувчи сатҳи ҳам шунча кўп бўлади. Бундай тукчаларнинг ҳар бири тупроқ капиллярлари ичига кириб, ундаги сувни сўради ва ўзининг асосий физиологик вазифасини бажаради.

Илдизнинг тукчалик қисмидан юқориси пассив характерга эга. Чунки бирламчи пўстлоқ ҳужайраларининг девори қалинлашади, пўкаклашади ва хатто айрим ҳужайралар нобуд бўлади. Бунинг натижасида сув ва унда эриган моддаларни ололмайди.

Сувўтлар сувни бутун танаси билан қабул қилса, қуруқликда яшовчи ўсимликлар эса илдиз системаси орқали қабул қилади. Ёш майсалар сувни илдизнинг ҳамма қисмлари билан шимиса, илдизи қариган ўсимликлар эса фақат илдиз тукчалари билан шимади.

Қуюқ туман тушган ва ёмғир ёққан кунлари ўсимликлар сув (нам)ни барг тўқималари орқали ҳам қабул қилади. Ўсимликнинг илдизлари ўсимликка сув ва минерал моддаларни етказиб берибгина қолмай, балки унда дастлабки органик моддаларнинг синтези бошланади.

Кўпчилик ер устида яшовчи ўсимликлар онтогенезининг биринчи босқичида илдиз системаси устки қисмига нисбатан тез ривожланади ва атрофга кенг тарқалади. Ғалласимонларнинг илдизи 1,5-2 м чуқурликкача етиши мумкин. Бир туп кузги сўлининг илдизи энг қулай шароитда яхши ривожланиб, ён шохлари жуда кўпаяди. Унда 143та – бирламчи, 35 минг – иккиламчи, 2млн. 300минг – учламчи, 11,5 млн. – тўртламчи тартибдаги илдизлар ҳосил бўлади. Илдизларнинг умумий сони 14 млн. га етиб, узунлиги 600 км ва умумий сатҳи 225 м<sup>2</sup> га тенг бўлади. Бу илдизларда 15 млрд. тукча бўлиб, умумий узунлиги 10 минг км атрофида бўлади. Умуман, ўсимликнинг илдиз сатҳи ер устки қисмига нисбатан 100 мартадан кўпроқ бўлади. Мевали дарахтлардан 5-7та шохчаси бўлган олма 50 мингдан ортиқ илдиз ҳосил қилади.

Илдиз хужайраларининг сувни актив шимиши ва сиқиб юқорига чиқариши илдизларда модда алмашинуви сабабли рўй беради. Натижада илдиз системаси сувни тупроқ бўшлиғидан сўриб олиб, маълум бир йўналишда тукчалардан то ўтказувчи найларгача ҳаракатга келтиради. Бу ҳаракат илдиз тукчалари, илдиздаги пўстлоқни ҳосил қилувчи паренхима хужайралари, эндодерма, перицикл, марказий паренхима ва ўтказувчи найларгача давом этади.

Илдизнинг пўстлоқ тўқимаси хужайралари орқали сув ҳаракати уч хил йўл билан содир бўлиши мумкин: симпласт, апопласт ва трансвакуоляр.

*Симпласт* сувнинг хужайра цитоплазмаси орқали ҳаракатланишини билдиради. Ризодерма ва паренхима хужайраларига сувнинг кириши ва ҳаракатланиши осмос қонунлари асосида содир бўлади. Бу ҳаракатга қисман

АТФ ҳам сарфланади. Умуман, сув илдиз тукчаларидан то ўтказувчи найларгача симпласт йўл билан ҳаракат қилади.

*Апопласт* деб, сувнинг хужайра пўсти орқали ҳаракатланишига айтилади. Хужайра пўстининг сувга нисбатан қаршилиги цитоплазмага қараганда анча камлиги апопласт ҳаракатининг активлигига сабаб бўлади. Бу ҳаракат ризодерма – илдиз тукчалари хужайраларининг пўстидан бошланиб, эндодерма хужайраларигача давом этади. Эндодермага келган сув ўз йўналишини апопласт йўли билан давом эттира олмайди. Чунки бу ерда пўсти жуда қалинлашган (Каспари белбоғи) ва сув ўтказмайдиган хужайралар қавати жойлашган. Бироқ улар орасида махсус ўтказувчи хужайралар борки, улар илдизнинг ксилема хужайралари билан туташади. Апопласт йўли билан эндодермагача келган сув ўтказувчи хужайраларнинг цитоплазмасига ўтади ва симпласт йўли билан ўтказувчи найларгача давом этади.

*Трансвакуоляр* сувнинг хужайра шираси орқали ҳаракатланишини билдиради. Хужайрага сувнинг кириши ва ҳаракатланиши тўла хужайра ширасининг осмотик босимига боғлиқ. Осмотик босим қанчалик юқори бўлса, бу ҳаракат ҳам шунча фаол бўлиши мумкин, чунки у хужайранинг сўриш кучини оширади.

Шундай қилиб, сув ксилема найларига ўтади ва уларда пастдан юқорига итарувчи гидростатик босим ҳосил қилади. Бу босим – илдиз босимидир. У ксилема найларидаги эритманинг илдиздан ер усти қисмларигача етиб боришини таъминлайди. Агар ўсимлик танасини илдизга яқин жойидан кесиб қолган қисмига резина найча кийгизилса ва унга калта шиша найча ўтказилса, у ҳолда илдиз хужайраларининг босими туфайли шиша найчадаги эритма кўтарила бошлайди. Сув тўплайдиган найча ўрнига симоб монометр ўрнатилса, илдиз босимини ўлчаш мумкин.

Қабул қилинган сувнинг поядаги ўтказувчи найларга ўтиши шу найлардаги эритма концентрациясига боғлиқ, ўтказувчи найлардаги

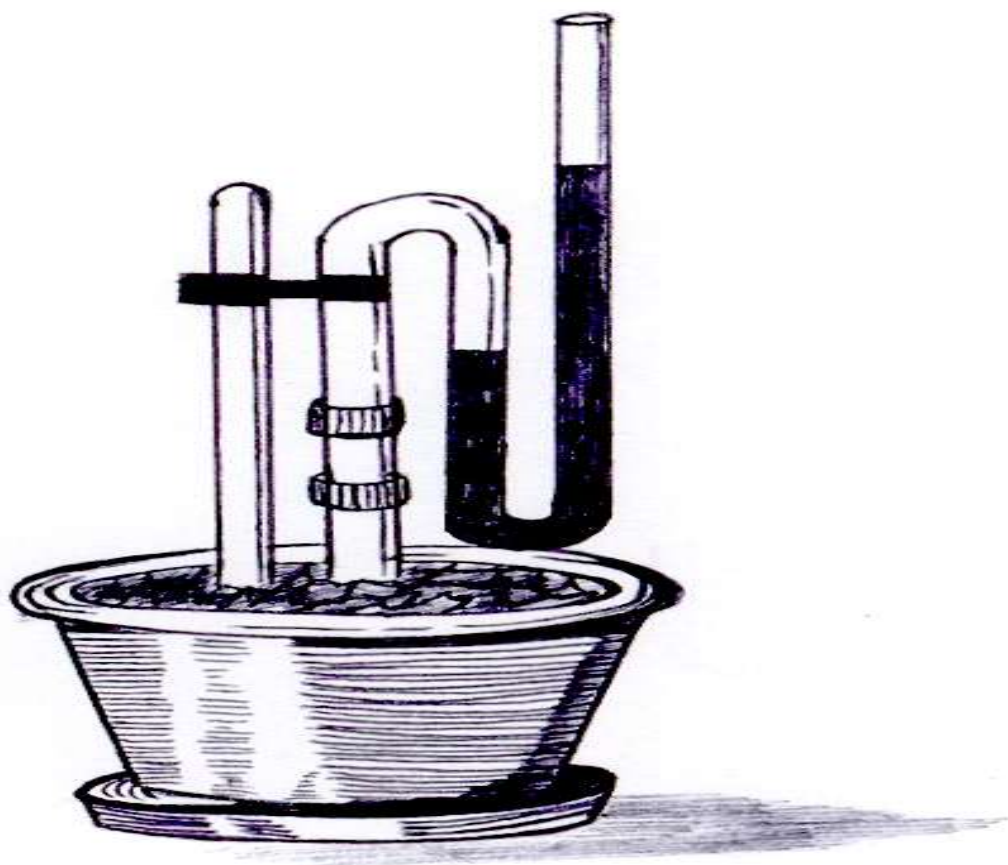
эритманинг концентрацияси қанча кучли бўлса, қабул қилинган сув шунча тез шимилади. Маълум куч воситасида сувнинг найлар орқали юқорига қараб ҳаракатланиши *илдиз босим кучи* дейилади. Илдиз босим кучи ўсимликнинг яшаш шароити ва турига қараб ўзгариб туради.

Ўтчил ўсимликларда илдиз босим кучи 1-3 атм. босим кучига тенг бўлса, дарахтларда 10 атм.га бориб қолади

Ўсимлик хужайраси орқали сувнинг бир томонлама ҳаракатланиш схемасини Д.А.Сабинин тавсия этган.

Схемага биноан, ўсимлик хужайраларининг турли қисмларида моддалар алмашилиши жараёни ҳам турлича борганлиги учун шимиш кучи ҳам ҳар хил бўлади. Д.А.Сабинин фикрича, «А» хужайрасининг «Б» хужайрасига тегиб турган қисмида моддалар алмашилиши суст ўтиб, «Б» хужайрасида жадал ўтганлигидан, унинг шимиш кучи «А» хужайрасининг шимиш кучидан кучлироқ бўлади. Шунинг учун сув «А» хужайрасидан «Б» хужайрасига қараб ҳаракатланади. Худди шундай нисбат «Б» хужайраси билан «В» хужайраси ўртасида ҳам кўрсатилади. Бунда «Б» хужайрасидан «В» хужайрасига сув осонликча ўтиб кетади (4-расм).

Шикастланган ва кесилган поя ёки бошқа органлардан сув (шира)нинг оқиб чиқиш ҳодисаси ўсимликларнинг *«йиғлаши»* деб аталади. «Йиғлаш» жараёнида ажралиб чикқан ўсимлик ширасининг химиявий таркиби йил фасллари ва ўсимлик турига қараб ҳар хил бўлади. Масалан, баҳор ойларида оқ қайин дарахтидан 50 л гача таркибида ҳар хил моддалар бўлган шира ковоқ ўсимлигидан 4 л гача шира олиш мумкин. Унинг химиявий таркиби қуйидаги жадвалда келтирилган (Л.С.Литвинов маълумоти).



4-расм. Илдиз босимини монометр ёрдамида ўлчаш.

3-жадвал

Моддалар	Шира таркибидаги моддалр миқдори, г/л
Қуруқ модда	2,6
Кул	1,1
Олма кислотаси	0,46
Вино кислотаси	0,19
Шавел кислотаси	0,11
Лимон кислотаси	жуда оз
Оқсил	0,035
Аминокислота (аланин ҳисобида)	0,08
Нитрит ва нитратлар ( $\text{NO}_3$ ҳисобида)	0,074
$\text{NH}_4$	0,019

Баъзи ўсимликлар, жумладан, Америка зарангидан ажралиб чиққан шира таркибида шакар миқдори 8% ни ташкил этади.

Бразилия ва Венесуэла ўрмонларида коллофора номли дарахт пўстлоғи шикастланганида сигир сутига ўхшаш оқ шира (2-4 л) оқиб чиқади. У сигир дарахти деб ҳам аталади. Венесуэладаги галактодендрон дарахтидан оқиб чиққан оқ сут жуда ширин таъмли бўлиб, унинг таркибида шакар, оқсил, мой, крахмал ва минерал тузлар борлиги аниқланган.

Шикастланган ва кесилган поя ёки бошқа органлардан сув сиқиб чиқарилади. Бу ҳодиса *гуттация* деб аталади. Гуттация ҳодисаси ҳам, йиғлаш ҳодисаси ҳам ўсимликларда илдиз босим кучи борлигини тасдиқлайди. Баъзи ўсимлик барг учларидаги *гидатод* деб аталган махсус оғизчалар орқали сув сиқиб чиқарилади. Гидатодда ҳаво бўшлиғи бир неча қатор хужайралар йиғиндисидан иборат бўлган парда билан қопланиб, унга *эпитема* дейилади. Эпитема пардаси шира таркибидаги озик моддалар ва минерал элементларнинг ташқарига чиқишига йўл қўймайди.

Йиғлаш ва гуттация ҳодисаларида ажралиб чиққан шира таркибида учрайдиган элементлар миқдори ҳар хил даражада бўлиши эпитема орқали ўсимлик учун керакли элементлар камроқ ажратилганлиги тубандаги жадвалда кўринади.

4-жадвал

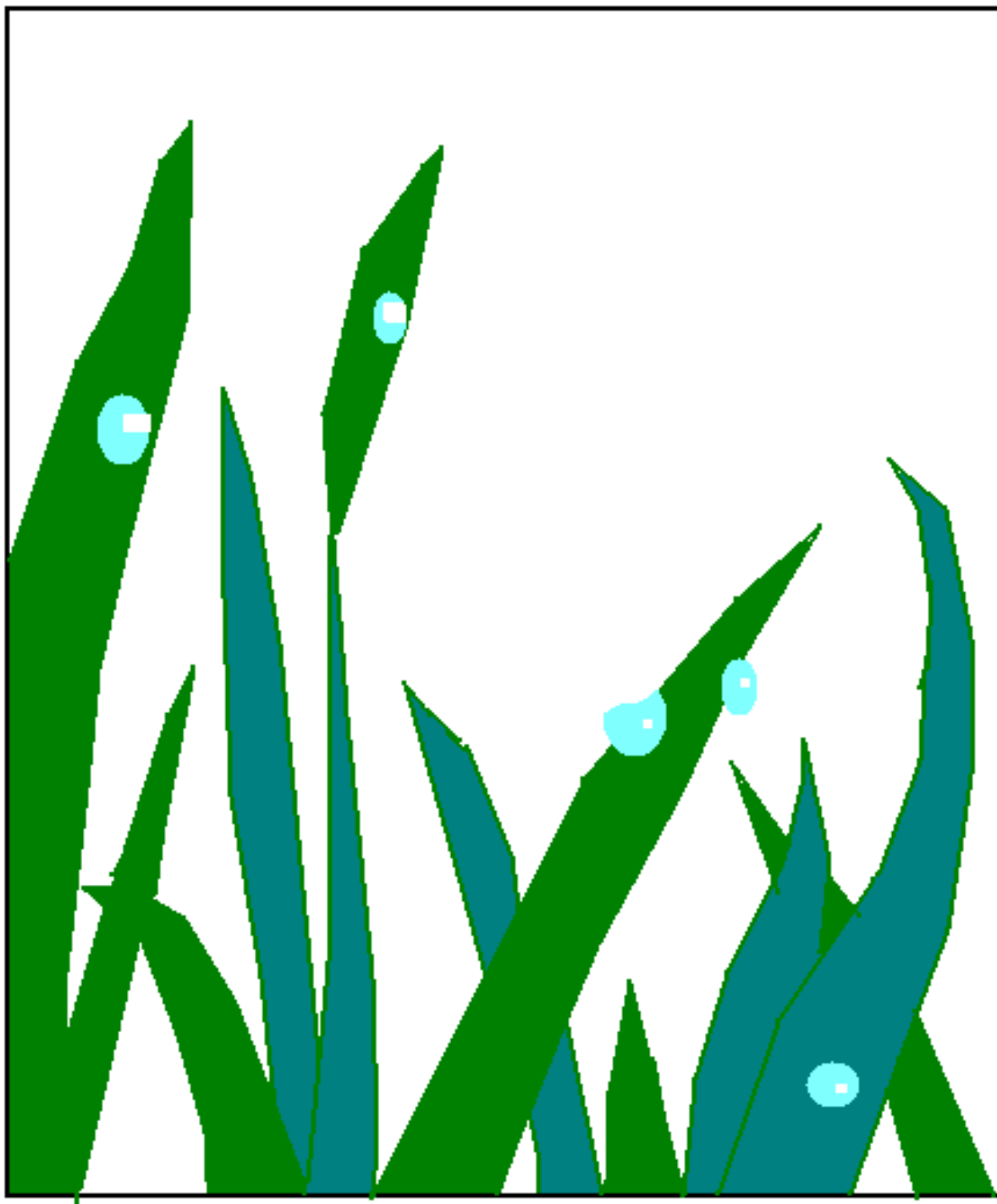
Ўсимлик номи	1 литр шира таркибидаги элементлар, мг ҳисобида		
	Кальций	Калий	Фосфор
Кўкнор ўсимлиги шикастланганда	323	253	265
Гуттация вақтида	148	17	17
Карам ўсимлиги йиғлашида	901	113	285
Гуттация вақтида	125	13	18

Гуттация ҳодисаси муҳим физиологик аҳамиятга эга. У ўсимлик танасида сув мувозанатини сақлашда хизмат қилади. Масалан, кундузи транспирация суст ўтса, кечаси гуттация ҳодисаси кучли ўтади. Одатда, ҳаво ва тупроқ намлиги кўпайганда примула, картошка, буғдой, қулупнай ва тол

каби ўсимликларда гуттация ҳодисаси кузатилади. Нам тропик иқлимда ўсувчи ёмғир сезальпияси ўсимлигидан гуттация ҳодисасида ажралиб чиққан шира кучли ёмғир – жалага ўхшайди. Колоказия эскулента ўсимлигида гуттация ҳодисаси жуда кучли бўлиб, минутига 200 томчи шира ажратади.

Йиғлаш ва гуттация ҳодисаларида илдиз ҳужайраларининг сувни сиқиб юқорига чиқариши ўша ҳужайраларнинг ҳаёт кечиришга (модда алмашинувига) ва хусусан уларнинг осмотик хусусиятлари бузилмаслигига маҳкам боғлиқ бўлади. Буни оддий тажриба билан исбот қилиш мумкин: масалан, яхши гуттация қилувчи буғдой майсалари жойланган ялпоқ идишни эфир ёки хлороформ буғлари билан тўлғазилган қопқоқ остига жойлаштирамиз ёки шу майсалар турган идишнинг тупроғини биронта захарли модда эритмаси билан суғорамиз. Бир неча вақт ўтгандан сўнг илдиз ҳужайралари захарланиб, гуттация тўхтайдди. Илдизлар иситиб ўлдирилганда, шунингдек, улар кислороддан маҳрум бўлганда ҳам юқоридагидек натижа келиб чиқади. Бу эса илдизларга сув кириши ва уларнинг нафас олиши ўртасида маҳкам муносабат борлигини кўрсатади. Бундай натижа биз учун тушунарли, чунки ҳужайраларнинг осмотик хусусиятлари плазматик парданинг бузилмаган тузилиши билан жуда яқин боғлиқ бўлганини ва ҳужайра ўлиб қолиши билан плазматик парданинг тузилиши кескин равишда ўзгаради ҳамда ҳужайранинг ўтказмаслик хусусиятини, шунинг билан бирга тургор ва шимиш кучини ҳам йўқота бошлайди (5-расм).

Илдиз босим кучи ўсимликнинг ҳаёт кечиришига жуда мураккаб боғланган, бунинг учун плазматик парданинг физик-химик хусусиятлари бузилмаган бўлиши билан бирга илдиз ҳужайраларининг ер устидаги органлардан келадиган озик моддалар билан узлуксиз таъмин этилиши ва уларнинг аэроб ўзлаштирилиши (илдизларнинг нафас олиши учун кислород зарурлиги ва сувни актив равишда шимиши) ҳам мумкин. Озик моддалар билан таъминланиши тўхтаб қолса, ўсимликларнинг йиғлаши дарҳол сусаяди ва ҳатто тўхтаб қолади. Ер устидаги ҳамма органлари кесилган



5-расм. Гуттация ходисаси. 1-буғдой майсалари; 2-шиша қалпок;  
а)-ажралган сув томчилари.

Ўсимликларнинг йиғлаши устида қилинган оддий тажрибалар вақтида ана шундай ҳодиса рўй беради. Демак, ўсимликлар ҳаётида йиғлаш ҳодисаси бевосита илдиз босим кучи билан боғлиқ.

Ўсимлик илдизларининг сувни олиш тезлигига таъсир қиладиган сабаблардан бири тупроқнинг температурасидир. Бу ҳодисани жуда оддий тажрибалар билан кўрсатиш мумкин. Тамаки, ловия, ошқовоқ каби ўсимликлар ўсиб турган тувакчаларнинг атрофи муз билан ўраб қўйилса, шу ўсимликлар тезда сўлий бошлайди, тувакчалар иситила бошланса, яна аввалги ҳолатларига қайтадилар. Демак, тупроқ совуганда ўсимлик илдизларига жуда ҳам суст борадиган сув ўсимликдан буғланиб сарфланадиган сув миқдорини қоплай олмайди.

Турли ўсимликларда бу пасайишнинг тезлиги бирдек бўлмайди: тропик ва субтропикларда ўсадиган иссиқсевар ўсимликлар ўзларининг сўришларини совуқ ва ўрта иқлимда ўсадиган ўсимликлардан кўра анча кескин равишда камайтирадилар. Температура пасайиши билан сўришнинг камайишига температурага қараб, умуман жуда кам ўзгарадиган диффузия тезлигининг пасайишидан кўра плазма хусусиятларининг ўзгариши кўпроқ бўлади. Масалан, температура пасайганда чала суyoқ ҳолатидан плазманинг ёпишқоқлиги ошади ва желатина эритмаси уй температурасида қотиб қолганидек, плазма ҳам қотиб қолиши мумкин. Бу протоплазма орқали сувнинг ўтиш тезлигига жуда тўсқинлик қилади. Тажрибалар кўрсатадики, температурани пасайтириш натижасида бутун илдиз системасининг сувни сўришигина эмас, балки плазмолиз ва деплазмолиз ҳодисаларининг бориш тезлиги ҳам жуда секинлашади. Бу ҳодисалар ҳам сувнинг плазма орқали ўтишига боғлиқ бўлиб, 0°C да 20°C дан кўра 4-7 марта секинроқ бўлади. Тупроқ температураси кескин пасайганда ўсимлик вақтинча сўлиши сабабли ҳамма физиологик процесслар бузилади: оғизчалар ёпилади, транспирация, фотосинтез ва бошқалар пасаяди (Сказкин).

Совуқ тупроқдан сувнинг жуда секинлик билан сўрилиши ўрта иқлимда ўсадиган ўсимликларнинг ҳаётида кўп хусусиятлар борлигини билдиради. Хусусан куз ойларида, яъни кундузи ҳавонинг температураси ҳали анча баланд, ўсимликлардан сувнинг буғлатиш тезлиги анча равон бўлган пайтда илдизлар совуқ тупроқдан намни секин сўради, шунинг натижасида ўсимликда кўпинча сув етишмай қолиши мумкин. Бунга қарши ўсимлик ўзининг буғлантириш сатҳини қисқартириш, яъни баргларини ташлаш билан жавоб беради. Баргларнинг тўкилиши эса, барг бандига кўндаланг равишда алоҳида ажратиш қаватининг пайдо бўлишига боғлиқ.

Шимпер фикрича, совуқ тупроқ намга тўйган бўлсада, физиологик жиҳатдан куруқ бўлади. У ботқоқлик ўсимликлари ўзларидан сарфлайдиган сув миқдорини камайтиришга қаратилган кўпгина анатомик хусусиятларга сабаб қилиб ҳам шуни кўрсатади, чунки ботқоқ тупроқлар совуқ бўлади ва баҳорда жуда секинлик билан илийди. Ботқоқликда ўсадиган баъзи ўсимликлар, масалан, клюква, багульникнинг барглари қаттиқ, уларнинг четлари буралган бўлади. Бу ўсимликларнинг сувни сарфлайдиган лабчалари найга ўхшаб ўралган барг ичида жойлашади ва шунинг натижасида сув оз буғланади. Ботқоқлик ўсимликларидан бошқаларининг, масалан, пушицанинг барглари бигизсимон бўлади.

Аммо, тупроқ температурасининг пасайиши ўсимликнинг тупроқдан сув олишдаги аҳамиятига ортиқча баҳо бериш ярамайди. Кузги донли экинлар каби совуққа чидамли ўсимлик илдизларининг сув олишига паст температура озроқ тўсқинлик қилади. Бу ўсимликлар кеч кузда ва эрта баҳорда вақт-вақти билан совуқлар бўлишига қарамай, жуда яхши ўсади ва ривожланади. Уларнинг баргларидан анча миқдорда сув ажралиши (гуттация) тупроқдан етарли миқдорда сув олишини кўрсатади.

Ўтказилган янги текширишлар жуда кўп ўсимликлар, шу жумладан, ботқоқликда ўсадиган оддий ўсимликлар ҳам тупроқ температурасининг пасайишини сезмаганлигини кўрсатади.

Температура 5°С ва ундан пастроқ бўлганда, жанубий ўсимликларгина илдизлари билан сув сўришни кескин равишда камайтиради.

В.П.Дадикин ва бошқаларнинг маълумотларига асосан боткоқлик ўсимликлари ва шимолий районлардаги совуқ тупроқларда ўсадиган ўсимликларнинг тузилиш хусусиятларига совиган тупроқнинг физиологик қуруқ бўлишидан кўра, кўпинча, озиқ моддалари етишмаганлиги, айниқса, азот билан камроқ озиқланиши сабаб бўлмоқда. Бундай ҳодиса экиб ўстириладиган ўсимликларнинг ҳосилини анча пасайтиради.

Янги текширишлар натижасида ўсимликларнинг илдизлари тупроқдан озиқ моддаларни олиш билан бирга уларни ўзлаштиришнинг дастлабки вазифасини бажарганлиги маълум бўлди. Жумладан, фосфор кислотаси илдиздаги қанд моддаси ва барглардан келадиган бошқа органик моддалар билан илдизлардаёқ химик бирикиши мумкин.

Аммонийли азот илдизда ҳосил бўладиган органик кислоталар билан реакцияга киришиб, кўп хил аминокислота ва амидлар таркибига, яъни оксиллар ҳосил бўладиган бирикмалар таркибига киради. Демак, бу процесслар илдизлар учунгина эмас, балки бутун ўсимлик учун муҳим ва кўп жиҳатдан температурага боғлиқ бўлганидан совуганда секинлашади ва ҳатто бутунлай тўхтаб қолади. Шунинг учун илдизлар маълум температура шароитини талаб этишини ҳам биохимик фаолиятлар туфайли деб қараш мумкин.

Радченко ишларида сув ва минерал тузларнинг тупроқдан илдизга ўтиши тупроқ температурасининг паст-баландлигигагина эмас, балки температура градиентига, яъни температура билан ер устидаги ҳавонинг нисбатига ҳам боғлиқ эканлиги кўрсатилган.

Радченконинг кўрсатишича, тупроқнинг температураси ер устидаги ҳаво температурасидан бир оз паст бўлганда шароит қулай бўлар экан.

Ўсимликлар ўзларининг ривожланиш процессида ана шундай температура нисбатига мослашган энг қулай температура градиенти турли

Ўсимликларда ҳар хил бўлиб, ўзларининг географик келиб чиқишларига боғлиқ бўлиши ҳам мумкин.

Хусусан, Тумановнинг кўрсатишича, лимон ўсимлигининг илдизлари учун тупроқнинг энг қулай температураси тахминан 30°C яқин. Шу билан бирга, кўпгина шимолий ўсимликлар доим музлаган ерларда ҳам ўз илдизларини худди муз устига ёйгандек яхши ўсади (Дадикин).

Сувнинг илдизларга кириш тезлигига таъсир қиладиган бошқа ташқи (таъсирлардан) сабаблардан бири – ҳаводаги кислороднинг ўсимликка таъсирини ҳам кўрсатиш керак. Илдизлар сувни сиқиб чиқариши, минерал тузларни яхши ўзлаштириши ва уларнинг ўсиши учун кислороднинг келиб туришига муҳтож бўлади. Шунинг учун жуда зич тупроқли ёки сув билан қопланган ўсимликлар яхши ривожланмайди ва ҳатто қуриб қолиши ҳам мумкин. Бундай аҳвол кўпинча баҳорда ичига сув тўлиб қолган уйдим-чукур жойларда кўринади. Бунда ортиқча сув эмас, балки сув ичида қолган ўсимликка ҳаво етишмаганлиги зарарли бўлади, чунки ўсимликлар сув культурасида (минерал тузлар эритилган сувда) ҳам яхши ўсганлиги маълум.

Сув культурасида (эритма ичида) ҳаво етарли бўлгандагина ўсимлик яхши ривожланади. Бунинг учун эритмага ҳаво киргизиб туриш ёки уни тез-тез янгилаб туриш керак. Ичидаги суви кислородни сиқиб чиқарган карбон кислота ёки водород билан тўйинтирилган потометр воситасида ўтказилган тажрибалар ҳам илдизларнинг сувни сўриши жуда сусайганлигини кўрсатади. Бунда карбон кислотаси уни водороддан кўра кўпроқ сикади, бу эса унинг ўзига хос заҳарли таъсирини кўрсатади.

Илдиз системаси сувни сўрадиган махсус органдан иборат. Бунда ўсимликнинг бошқа органлари шу қобилиятга мутлақо эга бўлмайди деб айтиш мумкин эмас, чунки сувга тўйинган ҳар бир ҳужайра сувга тегиши билан уни сўриши мумкин. Шунинг учун сув ичига ботирилган ўсимлик барглари ҳам, айниқса, бир оз сўлиганлари усти томонидан кутикула билан қопланган бўлса ҳам, сувни анча тез сўрадилар. Тажрибалар қурук

кутикулагина сувни деярли ўтказмаганлигини кўрсатади. Сув билан хўлланган кутикула бўкади ва анча ўтказувчан бўлади.

Шунинг учун ёмғир ва шудринг билан хўлланган барглар ўзларига тушган сувнинг 25% ни сўриб олиши мумкин, бу ҳол ёмғирлатиб суғоришда амалий аҳамиятга эгадир. Шунингдек, дарахтларнинг қишлаган шохча ва куртаклари ҳам баҳорда қор эриганда ва ёмғир ёққан вақтларда ўз сатҳлари билан сувни сўради. Барглар ўз атрофидаги ҳаводан ҳам бевосита сув олиши мумкин, чунки ҳавонинг нисбий намлиги, айниқса, туман вақтларда, 100 %га барабар бўлади.

Хужайра протоплазмаси сувни ҳаракатга келтириши учун маълум миқдорда энергия сарфлайди. Бу энергия эса нафас олиш жараёнида ҳосил бўлади. Шунинг учун ҳам зич тупроқли қатқалоқли ёки узокроқ муддатга сув билан қопланган ерларда ўсимликлар яхши ривожлана олмайди ва нобуд бўлади. Чунки бундай ерларда кислород етмай қолади ва натижада илдизларнинг нафас олиши секинлашади ёки тўхтаб қолади. Хужайраларда модда алмашинуви жараёни ҳам бузилади, натижада спиртлар, углеводлар ва органик кислоталар тўплана бошлайди. Протоплазманинг осмотик хусусиятлари ҳам ўзгариб кетади. Шунинг учун ҳам тупроққа яхши ишлов бериб, агротехник тадбир-чораларни тўғри қўллаш ва аэрация таъминотиغا эришиш илдизларнинг активлигини оширади.

Илдизнинг сувни сўриш ва ҳаракатга келтириш қобилиятига тупроқ эритмасининг концентрацияси ва рН даражаси ҳам таъсир этади. Илдиз хужайраси ширасининг концентрацияси тупроқ эритмаси концентрациясидан юқори бўлсагина, сув илдизга сўрила бошлайди. Акс ҳолда илдиз тупроқдан сув олиш у ёқда турсин, ўзида мавжуд сувни ҳам йўқотиши мумкин. Шунинг учун ҳам шўр тупроқларда осмотик босими юқори ўсимликлар (шўралар ва бошқалар) яшайди. Чунки уларнинг хужайраларида туз тўпланиш ҳисобига осмотик босим жуда юқори бўлади.

### 3.3. Транспирация

Ер юзидаги ўсимликлар барглари орқали буғлантиришлари натижасида кўп миқдорда сувни сарф қилганликлари юқорида айтиб ўтилган эдик. Ўсимликларнинг сувни буғлантириши, ҳақиқатда физик ҳодисадан иборат. Бу вақтда сув буғи билан тўйинмаган атмосферада сув буғ ҳолатига ўтиб атрофдаги бўшлиққа тарқалади. Шунга қарамасдан, ўсимликнинг сувни буғлантириш жараёни буғлантирувчи тирик сатҳининг бир қанча анатомик ва физиологик хусусиятлари билан мураккаблашади. Шунинг учун уни физиологик жараёнлар қаторига киритиш керак. Бу ҳодисаларнинг физиологик бўлиши шунга ҳам боғлиқки, у ер устида ўсадиган ўсимлик ҳаётининг ҳамма томонларига жуда катта таъсир қилади ва бошқа бир қанча физиологик процессларга сабаб бўлади. Шунинг учун ўсимлик сувни буғлантириши, одатда *транспирация* деб алоҳида ном билан аталади.

Ўсимликлар яхши ривожланиши учун табиий шароитда қанча сув йўқотадиган бўлса, шунча кўп сув қабул қилишга муҳтож. Масалан, ўсимликлар қуруқ иқлимда эмас, балки нам иқлимда яхши ўсганлигини кўрамиз; сернам иқлимли тропик мамлакатлар ўсимликларга бой бўлади, уларда деярли ҳар куни ёмғир ёғиши туфайли ҳавонинг намлик даражаси баланд бўлади. Ўсимликларнинг яхши ўсиши учун ҳавони, имкони борича, сернам даражада сақлаш ва бунинг учун ўсимликларга тез-тез сув сепиб туриш фойдали бўлади.

Кейинги йилларда экинзорларда ҳам ҳавони сернам қилиш ва ўсимликлар олган сувнинг буғланишини камайтириш мақсадида мўл қилиб суғориш йўли билан тупроқни сернам қилиш учун ёмғирлатиб ва айрим аппаратлардан сув сепиб ҳавони «салқинлаш» деган усул қўлланиладиган бўлди. Ниҳоят, танаси сув ичида ўсадиган ўсимликлар, масалан, ҳаммага маълум элодея, роголистник (учма), пузирчатка, рдестгуллиларнинг кўп хиллари ва бошқалар табиий сувни буғлантирмайди ва шунга қарамасдан яхши ўсади.

Ўсимликлар тузилишида ҳам улар йўқотадиган сув миқдорини мумкин қадар кўпроқ камайтиришга имкон берадиган бир қанча хусусиятлар бор. Булар, аввало, сувни қийинлик билан ўтказадиган ва ўсимликнинг ер устидаги қисмларини қоплайдиган кутикуладан, сўнгра мумғубор, қоплагич тукчалар ва бошқалардан иборат. Ўсимлик ўз сиртини ёппасига кутикула қатлами билан қоплаб ёки озгина сезиларли минимумга тушириб, транспирацияни тамомила тўхтатиб қўя олмайди, чунки бу ҳолда ўсимлик баргларининг ҳужайра ораликларига фотосинтез процессида органик модда ҳосил қилиш учун карбонат ангидриднинг кириши тўхтайдиган ва ўсимлик оч қолади. Шунинг учун транспирация процессида сувнинг йўқолиши кўп ўсимликларнинг муҳим хусусиятларига, яъни уларнинг атмосферадаги карбонат ангидрид олиб ўзлаштириш қобилиятига чамбарчас боғлиқ бўлган физик процессдир. Демак, ўсимликларнинг сув режими ҳамда углерод билан озиқланиши ўртасида ички чуқур қарама-қаршиликлар бор: буни ўз вақтида кўрсатган Тимирязев ўсимликнинг ўзлаштирувчи қисмлари сувни буғлантиришини зарур ҳол деб айтган эди, чунки қурғоқчилик шароитида бундай ҳол ўсимликнинг қуриб қолишига сабаб бўлиши мумкин. Шунга қарамадан, ўсимлик уни тамоман тўхтата ҳам олмайди.

Транспирация ўсимликларда узлуксиз сув оқиб туришига сабаб бўлади, илдизлар орқали баргларга минерал тузларнинг боришини осонлаштиради. Шу билан бирга ўша оқимни ҳаракатга келтирувчи асосий двигатель транспирациянинг ўзидир. Шу сабабли буғланиш йўқотган намни қайтаришда маълум даражада тиклаш эҳтиёжи вужудга келади.

Бундан ташқари сувнинг барглардан буғланиши уларнинг ҳароратини пасайтиради ва иссиқ кунларда ҳам ўзига зарарсиз ҳолда ишлашга имкон беради. Тажрибалар кўрсатадики, сўлаётган ва сувни йўқотиши анча секинлашган барглар тургор ҳолати баландроқ бўлган барглардан кўра 4-6°C чамасида кўпроқ қизийди. Ҳавонинг иссиқлиги ошганда бу ҳол ўсимликнинг қуриб қолишига сабаб бўлиши мумкин. Шунга ўхшаш

ходисаларни парник ва гулхоналарда ҳам кўриш мумкин. Ундаги ҳаво жуда нам бўлганлигидан, транспирация пасайган бўлади. Кўп вақтларда бундай ўсимликларни қуёш нурлари қуйдириб қўйганлигини кўриш мумкин. Ниҳоят, ўсимликнинг нормал ишлаши, айниқса, гуллаш ва мева қилиши учун ҳужайралар бирмунча сувга тўйинган бўлиши лозим. Бунга ҳам транспирация туфайли эришилади.

Ер юзидан ва сув сиртидан сув бир текис ва узлуксиз буғланиб туради, буғланиш миқдори эса температурага боғлиқ. Температура кўтарилиши билан буғланадиган сув миқдори ҳам тўхтовсиз орта боради. Ўсимлик танасидан сув узлуксиз ва бир текис буғланмайди, дастлаб кўпроқ, кейинчалик температура кўтарилиши билан баргдаги оғизчалар (ҳужайралар сувсизланиб) ёпилиб қолиши туфайли буғланиш секинлашади. Ҳаво қуруқ келганда ер юзидан ва сув сиртидан сув тез ва кўп буғланади.

Сув буғлари билан тўйинган муҳитда буғланиш сезилмайди. Ўсимлик тўқимасидан эса оз бўлса ҳам, сув буғланиб туради ёки сиқиб чиқарилади. Буғланиш, нафас олиш жараёнида ажратилган иссиқлик энергияси ҳисобига содир бўлади.

Баргнинг пластинкасимон (кенг) тузилиши фотосинтез ва транспирация жараёнлари учун энг қулай шароит яратади. Баргнинг асосий қисми - мезофиллдир. У бир қатор жойлашган эпидермис ҳужайралари билан қопланган. Қопловчи тўқима одатда икки қаватдан иборат: устунсимон ҳужайралар баргнинг устки эпидермисининг остида ва булутсимон ҳужайралар баргнинг пастки қисмида жойлашган. Кўпчилик ўсимликларда оғизчалар баргнинг пастки эпидермисидан жойлашган. Натижада булутсимон ҳужайралар орасидаги кенгроқ бўшлиқлар сув алмашилиши ва буғланиши учун қулайлик туғдиради. Барг эпидермиси аксарият ҳолда кутикула қавати ва тирик ёки ўлик тукчалар билан қопланган. Барглардаги транспирация икки босқични ўз ичига олади: 1) сувнинг барг томирларидан мезофиллга ўтиши, 2) мезофилл ҳужайраларининг деворидан буғланган сув ҳужайралараро

бўшлиқларга ва ундан оғизчалар ёки кутикула қавати орқали атмосферага чиқиши.

Асосий транспирация органи баргдир. Ўсимликлар барг юзасининг катталиги  $\text{CO}_2$  нинг кўп ютилиши, ёруғлик энергиясидан самарали фойдаланиш ва сув буғланувчи юзанинг кенг бўлишини таъминлайли. Сув барг юзасидан асосан оғизчалар орқали буғланади. Бунинг натижасида барг хужайраларида сув миқдори камаяди ва сўриш кучи ортади. Баргларда сўриш кучининг ортиши, ўз навбатида, барг томирлари ва найларидан сувни тортиб олиш жараёнини фаоллаштиради. Юқоридан тортиб олувчи кучнинг пайдо бўлиши ўсимлик танаси бўйлаб сув ҳаракатини яна тезлаштиради. Шундай қилиб, юқоридан тортувчи ҳаракатга келтирувчи куч транспирация натижасида вужудга келади. Транспирация фаолиятига қараб, бу куч ҳам шунча юқори бўлади. Транспирация фаоллиги ҳароратга, ўсимлик турларига, яшаш шароитларига ва бошқаларга боғлиқ.

Транспирация жараёнининг аҳамияти қуйидагилардан иборат:

а) сув ва унда эриган моддаларни ўсимликнинг юқорида жойлашган органларига етказиб бериши;

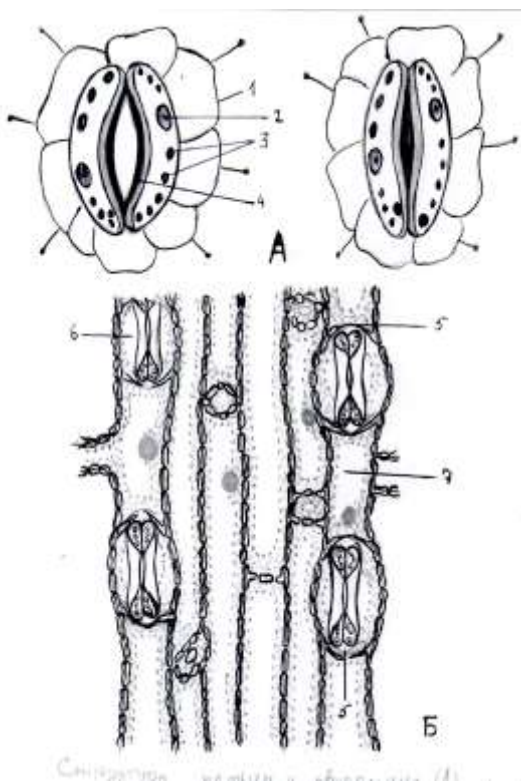
б) фотосинтез жараёнининг тўхтовсиз давом этишини таъминлайди. Ҳаводаги карбонат ангидрид барг оғизчалари орқали ўтиши керак. Агар барг оғизчалари ёпиқ бўлса, карбонат ангидрид барг тўқимасига ўта олмайди ва транспирация жараёни туфайли барг оғизчалари очик бўлиб, унинг тўқимасига  $\text{CO}_2$  гази ўтишига имкон яратилади;

в) ташқи муҳитга нисбатан ўсимлик тана температурасининг анча паст бўлиши туфайли, унинг кучли қуёш нури таъсирига бўлган бардошлиги ортади;

г) ферментларнинг жадал ишлаши, моддаларнинг ҳаракатланиб туриши, нафас олишнинг нормал ўтиши, ўсимлик тўқимасида сувнинг етарли бўлиши транспирация жараёнининг жадаллигига боғлиқ.

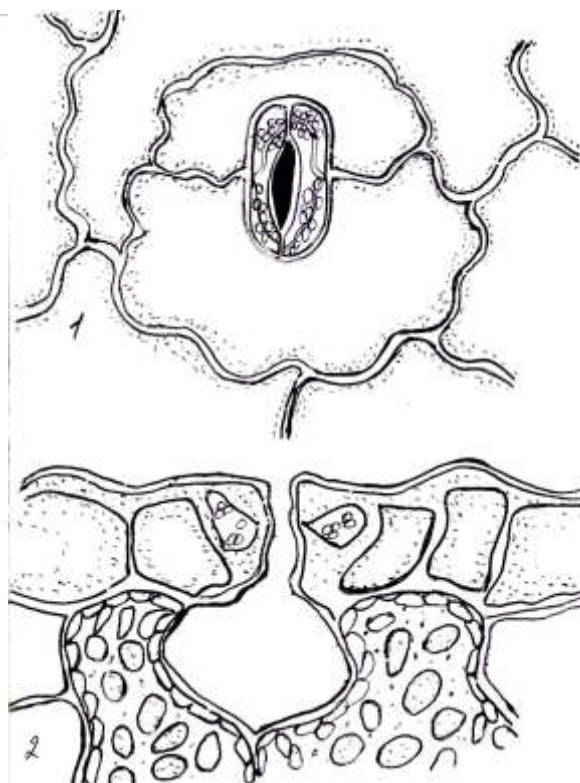
Барг оғизчалари. Транспирациянинг миқдори атмосфера омиллари билангина белгиланмай, унга баргнинг тузилиши ва ҳужайра ҳамда тўқималарнинг ҳолати ҳам катта таъсир қилади. Бу омиллар ўсимликларнинг сув чиқариш процессини анча мураккаблаштиради. Баргдаги сув ҳужайра ораллиқларидан, уларнинг устини қоплаган паренхима ҳужайралари сатҳидан буғланади, яъни суяқ ҳолатдан буғ ҳолатига ўтади. Баргнинг ҳужайра ораллиқлари алоҳида шамоллантириш система шаклида бўлади. Уларнинг ташқарига чиқадиган тешиклари лабчаларнинг ёриқларидан иборат. Баргларнинг бошқа жойлари муттасил эпидермал ҳужайралар қатлами билан қопланган бўлади. Бу қатлам ҳужайраларининг устки пўстлари ва сув буғини жуда оз ўтказадиган кутикула пардаси билан қопланган (6-7-расм).

Кутикула сувни бутунлай ўтказмайди ва транспирацияни тамомила тўхтатиб қўяди, деб бўлмайди. Масалан, устки томонида лабчалари мутлақо бўлмаган (кўп дарахтларнинг барглари шундай) баргларнинг пастки томонига сув ўтказмайдиган вазелин суркаганида, жуда кучсиз бўлса ҳам транспирация давом қилади. Сувнинг кутикула орқали шундай чиқиши кутикуляр транспирация деб аталади. Бу транспирация сув буғларининг лабча тешикларидан чиқиб туришига асосланган лабча транспирациясидан фарқ қилади. Ёпилган баргларнинг кутикуляр транспирацияси лабчалар транспирациясидан 10-20 марта кучсизроқ бўлади. Аммо, кутикуляр қатлами яхши ривожланмаган ёш баргларда, шунингдек, соя жойларда ва намли атмосферада ўсган баргларда ҳам ўсимлик буғлантирадиган сувнинг ярмига яқин қисми кутикуляр транспирация ҳисобига тушади.



6-расм. Устьицаларнинг икки паллали (А) ва бир паллали (Б) ўсимликлардаги структураси кўриниши.

- 1-устьица тешиги; 2-ядро;
- 3-хлоропластлар;
- 4-қалин хужайра девори;
- 5-устьицанинг қамровчи хужайраси;
- 6-ёndoш хужайра; 7-кўп тешикчали хужайра эпидермиси.



7-расм. Устьица.

- 1-устки томондан кўриниши
- 2-кундаланг кесимининг

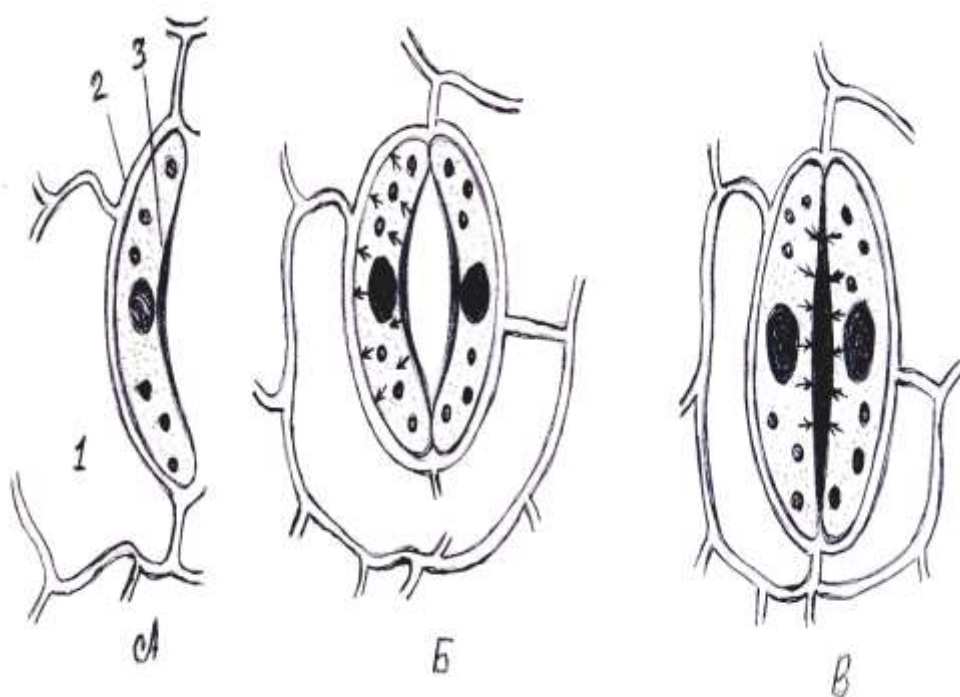
Лабча транспирацияси икки фазадан, яъни сувнинг мезофилл қатламидаги хужайралар сатҳидан хужайра ораликларида буғланишидан ва лабча тешиклари орқали ҳосил бўлган сув буғларининг диффузиясидан иборат бўлади.

Барглардаги хужайра ораликларининг умумий сатҳи жуда катта. 1936 йилда Тэррель ўлчаб ҳисоблаган баргларнинг умумий ички сатҳи, яъни бутун ички хужайра деворларининг устки сатҳлари йиғиндиси, сояда ўсадиган юпка баргли, хужайралар орасида чегарадош бўлган ўсимликларда 7-10 марта ва ундан ошиқ, мезофит ўсимликларда 12-19 марта, анча қалин оч яшил баргли ксероморф типдаги ўсимликларда эса 17-30 марта ортик бўлади. Шу сабабли хужайраларни суғориб турадиган сувнинг буғ ҳолатига ўтиши учун хужайралар орасида етарли шароит мавжуд ва хужайралар орасини тўлдирадиган ҳаво ҳамма вақт сув буғлари билан деярли тўйинмаган деб ҳисоблаш мумкин. Шунинг учун транспирациянинг асосий фазасини сув буғларининг ташқарига лабчалар орқали чиқиши ташкил этади.

Лабчалар барг сатҳининг жуда оз қисмини ташкил этади, ҳатто кенг очилиб турганларида ҳам улар бутун барг сатҳининг кўпи билан 1% ни ташкил этади. Шунинг учун карбонат ангидриднинг шундай кичик тешиклардан ўтиши зарур бўлгани сабабли, унинг барг ичига кириш процессида жуда ҳам кечикиши лозим эди деб, ўйлаш мумкин эди.

Лабчалар орқали бўладиган диффузиянинг тезлиги лабча тешикларининг йиғиндиси билан баргнинг умумий сатҳи ўртасидаги нисбатга асосан кўзда тутилиши мумкин бўлгандан кўра анча ортиқлиги маълум. Ҳар бир лабча тешикчасини сув буғлантирадиган жуда кичкина идишга ўхшатиш мумкин. Стефан қонунига мувофиқ кичик сатҳлардан бўладиган буғланиш уларнинг сатҳига эмас, балки диаметрига мутаносиб бўлади. Шунинг учун сув сатҳини муҳит атмосферасидан ажратадиган тўсиқдаги бир неча кичик тешик катталик жиҳатидан уларга баравар келадиган бир тешикдан кўра сув буғларини тезроқ ўтказди. Бунда ўша майда тешикчаларнинг ҳаммаси бир

ерда эмас, балки бир-биридан анча узоқроқ ораликда бўлиши мумкин. Бу ходисага сабаб шуки, тешикчаларнинг четларида ёки сувли идишнинг деворчаларида ўртасига нисбатан диффузия тезроқ бўлади, чунки бунда диффузияланадиган бўлакчалар бир-бирига камроқ таъсир этади ва фазода тезроқ ёйилиб кетиши мумкин. Шунинг учун периметр тешикчалар сатҳига нисбатан қанча катта бўлса (диаметр қанча кичик бўлса, у шунча катта бўлади), буғланиш ва диффузия шунча тезроқ ўтади (8-расм)



**8-расм.** Устьицанинг ҳаракатланиши. А- устьицанинг камровчи хужайраси, Б- камровчи хужайранинг тургор ҳолати, В-устьица тешигининг ёпиқ ҳолати, 1-ёндош хужайралар, 2-камровчи хужайраларнинг юпқа пардаси, 3-камровчи хужайранинг қалин пардаси.

Агар нам ҳавони ўраб олган атмосферадан ажратадиган тўсиқчадаги тешиқлар сони тобора кўпайса, уларнинг оралари тобора қисқарса, у ҳолда диффузиянинг тезлиги ҳам тобора секинлашади. Бунга сабаб шуки, тешиқчалардан ҳар томонга тарқалаётган диффузия оқимлари бир-бири билан тўқнаша бошлайди ва диффузияланадиган бўлакчаларнинг тарқалишини секинлаштиради.

Натижада, майда тешиқчали тўсиқча орқали ўтадиган диффузиянинг умумий тезлиги шу тешиқча мутлақо бўлмаган ва у қопланган идиш тамомила очилгандагидек бўлиши мумкин эди, бироқ у бу миқдордан ошолмайди.

Лабчалар транспирациясини бошқарадиган қонунларга қайтиб, жуда майда ва жуда кўп (ўрта ҳисобда ҳар квадрат миллиметрга 50дан 500гача) лабча тешиқчалари баргнинг ҳужайра оралиқларидан сув буғларининг диффузияланишга фавқулодда яхши шароит туғдиради. Лабча тешиқчалари сатҳларининг умумий йиғиндиси барг сатҳининг 1-2% нигина ташкил қилса ҳам, лабчалар орқали ўтадиган диффузия атрофдаги ҳавонинг кириши учун баргнинг ички бўшлиқлари тамомила очиқ бўлгандагидек тезлик билан ўтиши мумкин. Ҳақиқатан ҳам, барг сатҳида бўладиган транспирация миқдори билан очиқ сув сатҳидан буғланадиган сув миқдорини солиштириб аниқлаш натижаси лабчалар кенг очилганда бу миқдорлар деярли тенг бўлиши мумкинлигини кўрсатади. Сувни айниқса кўп буғлантирадиган баъзи ўсимликларнинг нисбий транспирацияси 0,8-0,9 га етади, шароит қулай бўлганда эса ўртача ҳисобда 0,4-0,5 га баравар бўлади. Транспирация тешиқчалар сатҳига мутаносиб бўлганида нисбий транспирация 0,01-0,02 дан ошмас эди. Бундан ҳар бир лабча тешиқчаси орқали сув буғларининг диффузияланиш тезлиги айрим ҳолда жуда катта бўлишини кўрамыз.

Ўсимликнинг яшаш шароитига ва турига қараб оғизчалар баргнинг устки ва пастки (орқа) томонида жойлашган бўлади, 1 мм<sup>2</sup> барг сатҳидаги оғизчалар сони ҳам ҳар хил бўлади. Ўрта ҳисобда 1мм<sup>2</sup> барг сатҳида

50-500 донагача барг оғизчаси жойлашади. Уларни қуйидаги жадвал рақамларидан ҳам кўриш мумкин.

5-жадвал

Ўсимликлар тури	1 мм <sup>2</sup> барг сатҳидаги оғизчалар сони	
	Баргнинг устки томонида	Баргнинг остки томонида
Сули	25	23
Буғдой	60	41
Маккажўхори	52	68
Кунгабоқар	58	156
Помидор	12	130
Ловия	40	281
Олма	-	400
Олхўри	-	253
Нилуфар	406	-
Вўза	119	246

Маккажўхори баргининг остки эпидермисининг 1 см<sup>2</sup> сатҳида 7684, устки қисмида эса 9300 та оғизча мавжуд. Ўртача битта оғизча тешигининг юзаси 89 мкм<sup>2</sup> га тенг. Бир тўп маккажўхори ўсимлигида оғизчалар сони 104100000 атрофида бўлади. Оғизчаларнинг бундай кўп сонда бўлиши транспирация жадаллигининг ошишига олиб келади.

*Фотоактив реакция.* Бу реакция оғизчаларнинг очилиши ва ёпилиши мезофилл ва оғизчани қамраб турувчи хужайраларда юз берадиган биохимиявий ўзгаришларига боғлиқ. Жумладан, қоронғиликдан ёруғликка ўтганда, тўқиманинг мезофилл хужайраларида фотосинтез жараёни бошланиши билан шакар крахмалга айланади. Қамраб турувчи хужайраларда эса, тўпланган ва ҳосил бўлган крахмал шакаргача парчаланadi. Натижада бу хужайраларнинг осмотик босим кучи ортади. Осмотик потенциали ортган қамраб турувчи хужайралар мезофилл эпидермис хужайраларидаги сувни шимиб олиб бўкади ва оғизча очилади.

Ёруғликдан қоронғиликка ўтган вақтда эса, аксинча, барг оғизчасини қамраб турувчи хужайралардаги шакар молекулалари крахмалга айланади, мезофилл хужайраларда ёруғликда ҳосил бўлган крахмал оддий шакарга

парчаланеди. Натижада мезофилл хужайралар оғизчани қамраб турувчи хужайралардаги сувни шимиб олади. Таркибидаги сувни йўқотган барг оғизчаси ёпилади.

*Гидроактив реакция.* Барг тўқималаридаги сувнинг тез буғланиб кетиши натижасида (кун ўрталарида) барг оғизчасини қамраб турувчи хужайралар сувсизланиб қолишидан оғизчалар ёпилади. Транспирация жадаллиги секинлашгач, фотоактив реакция гидроактив реакциядан устун бўлиб қолишидан барг оғизчалари қайтадан очилади.

*Гидропассив реакция.* Ёмғир ёғиши ва ҳаво намлигининг кўп бўлиши туфайли, барг тўқимаси сувни кўп шимиб олишидан эпидермис хужайралари бўкиб қолади. Натижада барг оғизчасини қамраб турувчи хужайралар сиқилиб, оғизча пассив ҳолда ёпилади.

Вақт ўтиши билан эпидермис хужайраларидаги сув буғланиб, барг оғизчаси (пассив ҳолда) очилади.

Стольфельд реакцияларидан ташқари барг оғизчаларини қамраб турувчи хужайралар таркибидаги калий ва натрийнинг кўпайиб кетишидан оғизчаларнинг очик ҳолда қолганлиги ҳам аниқланган. Бундай барг оғизчасини қамраб турувчи хужайралардаги шакар молекулалари крахмалга айланмайди. Натижада қамраб турувчи хужайраларнинг осмотик босим кучи ва шимиш кучи ортади. Бу хужайралар сувни кўп шимиб олиб, доимо таранг ҳолатда бўлади, оғизчалар эса ёпилмай қолади.

С.А.Кибрик (1973) фикрича, оғизчаларнинг очилиб-ёпилиши АТФ молекулаларининг синтезланишига боғлиқ. Хужайралар таркибида АТФ кўп бўлса, унинг энергияси ҳисобига осмотик актив бирикмалар хужайрага ўтади. Натижада хужайрада осмотик актив моддалар миқдори ортиб, оғизча очилади. Қамраб турувчи хужайралардан осмотик актив бирикма АТФ энергияси ҳисобига чиқарилса, хужайранинг осмотик потенциали камаяди ва оғизча ёпилади.

Барг оғизчаларида сувга эҳтиёж ҳаддан ташқари кўпайса, абсциз кислота тўпланиб, мембраналарнинг ўтказувчанлиги ортади. Натижада калий элементи камайиши туфайли қамраб турувчи хужайраларнинг осмотик потенциали камаяди, оқибатда оғизчалар ёпилади.

Барг оғизчаларининг очилиш даражасини қуйидаги усуллардан фойдаланиб аниқлаш мумкин.

*Ф.Ллойд усули.* Бу усулда ўсиб турган ўсимликнинг барг эпидермиси шилиб олиниб, абсолют спиртга солиб қўйилади.

*Г.Х.Молотовский усули.* Барг юзасини ва барг оғизчаларини фотоплёнкага расмга олиш.

*Молиш усули.* Молишнинг инфльтрация усули бўйича барг оғизчалари орқали спирт, бензол ва ксилол молекулаларининг ўтиб кетиш даражаси ҳисобга олинади.

*Френсис Дарвин усули.* Бу усулда Ф.Дарвин ишлаб чиққан парометр асбоби қўлланилади.

Текширишларига асосланиб, булутсиз ўрта даражада қуруқ ва иссиқ кунларда барг оғизчалари соат 9-12гача тўла очик, соат 13-15 га бориб ёпила бошлайди, қуёш ботишидан олдин тўлиқ ёпилади. Оғизчаларнинг кечакундуз очик туриши ёки қисқа муддатга очилиши ўсимлик турига қараб ҳар хил бўлиши мумкин.

Транспирация кўрсаткичлари. Транспирацияни ўрганиш усуллари анча содда ҳисобланади. Уларни уч туркумга бўлиш мумкин:

- 1) ўсимликлар ажратган сув буғларини тўплаш ва ҳисобга олиш;
- 2) транспирация натижасида ўсимлик оғирлигида ҳосил бўлган ўзгаришларни ҳисобга олиш;
- 3) транспирация вақтида йўқотилган сув ўрнига ўсимлик сўриб оладиган сув миқдорини ҳисобга олиш.

*Транспирация жадаллиги* деб, бир метр квадрат барг юзасидан бир соат давомида буғлатилган сув миқдори айтилади. Кўпчилик ўсимликлар учун

транспирация жадаллиги ўртача бир соатда кундузи  $15-250 \text{ г/м}^2$ , кечаси  $1-20 \text{ г/м}^2$  га тенг бўлади. Айрим ҳолларда бу кўрсаткич юқори бўлиши ҳам мумкин. Ўрта Осиё шароитида ёзнинг иссиқ кунларида ғўзанинг транспирация жадаллиги  $450-1200 \text{ г/м}^2$  гача кўтарилиши мумкин. Масалан, бир кун давомида бир тўп кунгабоқар ўсимлиги 4 стакан, карам ва маккажўхори 5 стакан, буғдой ва сўли 0,5 стакан сувни, эман дарахти 5 ва оқ қайин дарахти 6 челак сувни буғлантиради.

Вегетация давомида эса бир тўп буғдой 85, арпа 80, маккажўхори 200 кг сувни буғлантирса, 100 йиллик эман дарахти 12000 кг, 1 гектар ердаги ғўза ўсимлиги  $6400 \text{ м}^3$  сувни буғлантиради.

Транспирация жадаллиги цитоплазманинг ўтказувчанлигига, қопловчи тўқималарнинг тузилишига, оғизчани қамраб турувчи хужайраларнинг фаоллигига ва коллоидлар томонидан сув молекулаларини боғлаб турадиган кучга боғлиқ.

Қурғоқчилик шароитида ўсимликлар сувни кам буғлантиради, деб келинган фикрни академик Н.А.Максимов рад этди. У ксерофитлар мезофитларга нисбатан сувни кўп буғлантиришини текширди.

Сувдан унумли фойдаланиш ўсимлик организмининг энг муҳим хусусиятларидан биридир. Бу хусусият маълум миқдорда қуруқ модда ҳосил қилиш учун сарфланган сув миқдори билан белгиланади ва транспирация коэффициенти деб аталади. Яъни, 1 г органик модда ҳосил қилиш учун сарфланган сувнинг миқдорига *транспирация коэффициенти* дейилади. Бу кўрсаткич ҳам жуда кўп омилларга боғлиқ. Масалан, ғўзанинг ҳар хил навлари ўртасида 891 дан 1040 г гача (Итон, 1955), ғўзанинг ўсиш ва ривожланиш жараёнида 600 дан 1420 г гача бўлиши мумкин (Рижов, 1948). Умуман кўпчилик ўсимликлар учун бу сон 125-1000 г, ўртача эса 300 бўлади. Яъни, бир тонна органик модда олиш учун 300 тонна сув сарфланади.

Кўпчилик ўсимликларда 1г қуруқ модда ҳосил қилиш учун 300 г сув сарфланса, бошқа тур ўсимликларда сарфланган сув миқдори 1000 г га етиб қолади. Сувнинг оз ёки кўп сарфланиши ҳам ўсимликнинг тури ва яшаш шароитига боғлиқ. Масалан, ғўза ўсимлиги 1 г қуруқ модда ҳосил қилиш учун паст агротехникада 1000-1200 г сув сарфлаган бўлса, юқори агротехника тадбирлари қўлланилганда 1 г қуруқ модда ҳосил қилиш учун 500-600 г сув сарфланган.

*Транспирация унумдорлиги* деб, 1000 г сарфланган сув ҳисобига ҳосил бўлган органик модда миқдorigа айтилади. Бу кўпчилик ўсимликлар учун 1-8 г га тенг, ўртача 3 г атрофида бўлади. Бошқача қилиб айтганда, бутун ўсимлик танаси орқали буғланган сувнинг 99,8% транспирацияга, қолган 0,2% органик модда ҳосил қилиш учун сарфланади.

Транспирация мураккаб биологик ходиса бўлиб, ўсимликлар ҳаётида ҳар томонлама катта роль ўйнайди. Масалан, ғўза қанча тез ўсса ва транспирация жадаллиги юқори бўлса, у сувдан шунчалик унумли фойдаланади.

Маълум барг сатҳидан буғлантирилган сув миқдорининг худди шундай сув сатҳидан буғлантирилган сув миқдorigа бўлган нисбати *нисбий транспирация* дейилади. У қуйидагича ифодаланади

### **Барг сатҳидан буғлантирилган сув миқдори**

Сув сатҳидан буғлантирилган сув миқдори. Одатда бу нисбат 0,1-0,5 оралиғида бўлади, баъзан 1 га тенглашади. Транспирация жадаллиги кескин пасайганда нисбий транспирация қиймати 0,01 ва ундан ҳам кам бўлади.

Маълум вақт ичида сарфланган сув миқдорини ўсимлик танасидаги умумий сув миқдorigа бўлган нисбати *сув сарфлаш тезлиги* дейилади. У қуйидагича ифодаланади:

Маълум вақт ичида сарфланган сув миқдори

## Ўсимлик танасидаги умумий сув миқдори

Бу кўрсаткич 10-80% атрофида бўлади. У ўсимлик танасидаги сувнинг неча фоизи ҳар соатда янгиланиб туришини кўрсатади. Н.А.Максимовнинг фикрича, баъзи ўсимликлар 1соат ичида ўз таркибидаги сувнинг 100% ни янгилаб туради.

### 3.4. Ўсимликларда сув алмашинувини ўрганиш усуллари

#### Транспирация жадаллигини тарозида тортиш усулида аниқлаш.

**Керакли асбоб ва реактивлар.** Аналитик тарози, қайчи, скальпель, калька ёки миллиметрларга бўлинган қоғоз, сув, петри лycopчасининг копқоғи, фильтр қоғози, ип.

Транспирация жараёни ўсимликларни ер устки органларидан сувнинг буғланиши бўлиб, оддий сув буғланишидан фарқ қилувчи физиологик жараёндир. Фитофизиологиянинг кўрсатишича, транспирация жадаллиги билан оддий сув сатҳидан буғланиш ўртасидаги нисбат, транспирациянинг ҳақиқий физиологик жараён эканини кўрсатади. Транспирация жадаллигини аниқлашда тарозида қайта тортиш усули кенг тарқалган энг қулай усуллардан биридир.

#### *Транспирация жадаллиги*

**Ишнинг бориши.** Ипдан сиртмоқ ясаб, новданинг юқори томонидан боғланади. Боғланган новдани бир неча барг билан ўсимликдан кесиб олинган тарози елкасига илиб, тезда 0,01 г гача аниқликда тортилади ва тортилган вақт ёзиб қўйилади. 20-30 минут вақт ўтгандан кейин қайта тортилади. Шундан кейин барглар сатҳи аниқланади. Бунинг учун барглар новдадан узиб олиниб, қоғоз устига бир текис қилиб ёйиб қўйилади. Сўнгра яхши учланган қора қалам билан баргнинг шакли чизиб олинади. Шу тартибда қоғозга барг шакллари қайчида кесиб олинади ва тортилади, кейин

бошқа қоғоздан тўрт томони 10 см дан қилиб квадрат кесиб олинади ва у ҳам тарозида тортилади. Сўнгра барг сатҳи қўйидаги формула бўйича аниқланади.

$a/v=C/S$ , бундан  $S=bC/a$ , бунда  $S$ -барг сатҳи,  $C$ - квадрат сатҳи,  $v$ - барг қоғоздаги шакл оғирлиги,  $a$ - квадрат оғирлиги

Новданинг олдинги оғирлиги билан кейинги оғирлиги барг сатҳлари орқали қанча сув буғланганлигини аниқлаб олингандан кейин транспирация жадаллиги қўйидаги формула билан аниқланади.

$$T_p = q \times 60 \times 10000 / St \text{ г/м}^2 \text{ 1 соатда,}$$

Бунда:  $q$ -буғланган сув миқдори ( $г$ ),  $S$ -барг сатҳи ( $см^2$ ),  $t$ -тажриба муддати (мин),  $60$  –минутни соатга айлантириш коэффициенти,  $10000$ - $см^2$  ни  $м^2$  га айлантириш коэффициенти

*Эркин сув сатҳидан буғланиш*

Транспирацияни аниқлаш билан бир вақтда эркин сув сатҳидан буғланишни аниқлаш учун ҳам тажриба ўтказилади. Бунинг учун хона температурасида сув тўлатилган идиш тортиб кўрилади ва ярим ёки бир соат ўтгач қайта тортилади. Идишнинг ички диаметрини ўлчаб, буғлантириш сатҳи аниқланади. Сўнгра транспирация жадаллиги аниқланган тенгламадан фойдаланиб, оддий сув буғланиш ( $P_p$ ) аниқланади. Транспирация билан оддий сув буғланишнинг нисбати қўйидагича аниқланади.

$$T_n = T_p / P_p$$

Ҳамма олинган маълумотлар жадвалга ёзилади.

Транспирация жадаллигини торзион тарози ёрдамида аниқлаш.

**Керакли асбоб ва реактивлар.** Ўсимликдан янги узиб олинган барг, торзион тарози, парма, қайчи, миллиметр қоғози, қум соат.

Маълумки, ўсимликдан янги узиб олинган барг, 5-10 дақиқа давомида худди нормал ўсимликда тургандек транспирация қилади. Шунинг учун ҳам

ўсимликдан янги узиб олинган баргларида бўладиган транспирацияни қисқа муддатларда нормал шароитда аниқлаш муҳим аҳамиятга эга.

Қисқа муддат ичида транспирация жадаллигини энг оддий аниқлаш усулларида бири торзион тарозидан фойдаланиш ҳисобланади.

**Ишнинг бориши.** Бу ишни амалга ошириш учун энг аввало торзион тарозининг ноль нуқтасини топиб олиш керак. Ноль нуқтасини топиб олгач, арретир беркитилади ва тарози қутичасидаги илгакка ўрнатилган паллачага ўсимлик баргидан парма ёрдамида юмалоқ (доира) шаклида кесиб олинган материал қўйилади. Сўнгра тарози эшиги беркитилиб, арретир очилади. Арретир очилиши билан циферблатнинг пастки томонидаги стрелка чап томонга силжийди. Циферблат пасткидаги стрелкани нольга келтириш учун ўсимлик вазнини кўрсатувчи стрелка дастаси ўнгдан чапга кўтарилади. Пасткидаги стрелка нольга келиши билан арретир беркитилади. Вазн жойлаштирилладиган қутича эшиги очилади. Сўнгра эса буюм вазнини кўрсатувчи стрелка ҳолатига қараб, шкала бўйича барг оғирлиги топилади.

Қутича эшигини очиб қўйилишига сабаб баргдан нормал сув буғланишига имконият яратилиб беришдир. Барг оғирлигининг ўзгаришини ҳар 2 дақиқада олиб борганлиги сабабли ҳам қутича эшиги 2 дақиқага очиб қўйилади. Вақт ўтиши билан қутича эшиги ёпилади ва арретир очилади. Арретир очилиши билан пастки стрелка ўнг томонга силжийди. Бу транспирация натижасида ўсимлик вазнинининг камайганлигини кўрсатади. Бундай пайтда оғирликни кўрсатувчи стрелка қайтадан нольга келади.

Стрелкани нольга келтириш билан арретир беркитилади ва қутича эшиги очилади. Барг оғирлигининг ўзгаришини юқоридаги тартибда яна 2-3 марта ўлчаш билан аниқланади. Шундай қилиб 10 дақиқа давомида барг оғирлигининг ўзгаришини, 5 марта тарозида тартиб кўриш орқали транспирация тезлиги аниқланади. Тажриба давомида олинган маълумотлар қўйидаги 7-жадвалга ёзиб олинади.

Транспирация жадаллигини аниқлаш учун тажрибага олинган доиралар сатҳи бўлиши керак. Доиралар сатҳи  $S=\pi r^2$  формуласи орқали топилади.

7- жадвал

Ўсимлик номи	Баргнинг бошланғич оғирлиги	Барг оғирлигининг ўзгариши(мг ҳисобида)				Умумий йўқотилган сув	Тр. тезлиги г/соат
		2 дақиқа	4 дақиқа	6 дақиқа	8 дақиқа		

$S$ -барг юзаси,  $\pi$ - ўзгармас сон (3,14),  $r$ - доира радиуси

Масалан, агар баргдан олинган доиралар диаметри 1 см бўлса, унинг радиуси 0,5 см бўлади. Бунда юза  $S= 3,14 \times (0,5)^2 =0, 7850\text{см}^2$ .

Бешта доира юзаси  $0, 7850 \times 5=3,9250 \text{ см}^2$  га тенг бўлади.

#### Баргдаги сувнинг суткалик ўзгариши.

**Керакли асбоб ва реактивлар.** Ҳар хил ўсимликлар, аналитик тарози, тарози стаканчаси, қуриткич шкафи, эксикатор, пинцет, қайчи.

Ўсимлик баргларида сувнинг буғланиши кун бўйи 1 хил бўлмай, у ҳар хил ташқи шароит факторлари таъсирида ўзгариб туради. Шунинг учун барглардаги сувнинг миқдори кун бўйи бир хил бўлмай, балки ўзгариб туради.

**Ишнинг бориши.** Куннинг эрталабки, тушки, кечки соатларида турли ўсимликларнинг маълум ярусидagi баргидан 4 тадан кесиб олиб, 2 та кичик тарози стаканига 2 тадан солинади. Сўнгра стаканлар қопқоғини ёпиб, уй температурасида 15 минут эксикатор ичига қўйилади. Сўнгра  $105^{\circ}\text{C}$  да иссиқда доимий оғирликка келгунича қуритилади. Олинган маълумотларга асосан баргдаги сув миқдори келиб чиқади. Баргдаги сув миқдори қурук

моддага нисбатан аниқланади. Тажриба натижалари жадвалларга ёзиб борилади.

8-жадвал

Ўсимликлар номи	Барг олинган ярус номери	Хўл баргнинг оғирлиги, г	Қуриган баргнинг оғирлиги, г	Умумий сув миқдори, г	Умий сув миқдори, %

9-жадвал

Ўсимликлар номи	Қуза тиш вақти	Хўл баргнинг оғирлиги, г	Қурук баргнинг оғирлиги, г	Умумий сув миқдори, г	Умумий сув миқдори, %

Ўсимликлардаги эркин ва бириккан сув миқдорини аниқлаш.

**Керакли асбоб ва реактивлар.** Буғдой, арпа, маккажўхори ёки бошқа ўсимликлар, 70 % ли сахароза эритмаси, рефрактометр, бюкслар, тошли аналитик тарози, қуригич шкаф, 3 мл. ли пипеткалар, пробка, парма.

Ўсимликлардаги эркин ва бириккан сув миқдорини аниқлаш улар хусусиятларининг бир хил эмаслигига асослангандир. Барг бўлакчаларининг концентрацияси маълум бўлган сахароза эритмасига туширилган эритманинг суюлишига, оғирлигининг ортишига қараб, эритма баргдан қанча сув олганлигини билиш орқали эркин сув миқдори аниқланади. Барг бўлакчаларини доимий оғирликка қадар қуритиш билан умумий сув миқдори аниқланади. Аниқланган умумий сув миқдори билан эркин сув миқдорининг фарқи орқали бириккан сув миқдори аниқланади.

**Ишнинг бориши.** Эркин сувни аниқлаш учун намуна олинадиган парма ёрдамида текшириладиган ўсимликларнинг еттигасидан маълум ярусда жойлашган баргларида 7 тадан 49 дона бўлакча кесиб олинади. Олинган барг бўлакчаларини аралаштириб, 7 та оғирлиги маълум бўлган , ичига 3 мл сахароза эритмаси қуйилган бюксга 7 тадан солиниб, оғзи беркитилади. Сўнгра уларни аналитик тарозида тортиб лабораторияда соя жойга қўйиб, хона температурасида 6 соат сақланади. Умумий сувни аниқлаш учун шу 7 та баргдан намуна олинадиган парма ёрдамида яна 7 тадан 49 та бўлакча кесиб олиб. Аралаштирилиб, оғирлиги аниқланган 7 та куруқ бюкс ичига 7 тадан солинади. Сўнгра бу бюкслар ҳам барг бўлакчалари билан аналитик тарозида айрим-айрим тортилади ва умумий сувни аниқлаш учун курутгич шкафага 100- 105°С иссиққа қўйиб, доимий оғирликка қадар қуритилади.

Умумий сувнинг миқдорини барг бўлакчаларининг бошланғич ҳўл оғирлигига нисбатан қанча экани қуригандан кейинги оғирлигини аниқлаш йўли билан топилади. Масалан: барг бўлакчаларининг бошланғич оғирлиги 500 мг, қуригандан кейинги оғирлиги 90 мг.

$$500 \text{ мг} - 100;$$

$$90 \text{ мг} - X;$$

$$X = 90 - 100 / 500 = 18 \text{ \%}.$$

Демак, барг бўлакчаларининг 18 % и куруқ модда, 82% и умумий сувдан иборат экан. Шу умумий сув миқдоридан (82%) эркин сув миқдори олиб ташланса, бириккан сув келиб чиқади. Эркин сувни аниқлаш учун барг бўлакчалари туширилган сахарозанинг концентрацияси 6 соатдан кейин рефрактометр ёрдамида аниқланади. Сахароза бошланғич эритмасининг (контрол) ҳам концентрацияси рефрактометрда аниқланиб, жадвалда берилган(1 ва 2) сонга асосан қанд миқдори аниқланади. Олинган маълумотларга асосан эркин сув миқдори қўйидагича аниқланади: масалан,

бошланғич эритмадаги сахарозанинг концентрацияси – 70,0%. Барг бұлакчалари туширилган бюксдаги сахарозанинг концентрацияси 63,0 %.

3 мл ли бошланғич сахароза эритмасының оғирлиги- 3,8992 г,  
3,8992 г -100%,

$$X = 70\%, \quad 3X = 3,8992 \times 70/100 = 2,7294 \text{ г.}$$

Тажриба учун олинган эритмадаги сахарозанинг оғирлиги 2,7294 г.

$$2,7294 - 63,0\%$$

$$X = 100,0 \quad X = 2,7294 \times 100/63 = 4,332 \text{ г.}$$

Тажрибадан кейин эритманың оғирлиги 4,332 г экан.

Тажриба вақтида эритманың ошған оғирлиги  $4,332 - 3,8992 = 0,4085$  г экан.

Тажриба учун олинган барг бұлакчаларының оғирлиги 0,6718 г. Шундан баргның 100 граммида қанча эркин сув борлигини анықлаш учун:

$$0,6718 - 0,4085, \quad X = 0,4085 \times 100/0,6718 = 60,8\%$$

$$100 - X,$$

Барг бұлакчалари таркибидаги эркин сув миқдори 60,8% экан. Юқорида анықланған умумий сув миқдори 82,0% эди. Шундан бириккан сув миқдори  $82,0 - 60,8 = 21,2\%$  га тенг экан. Тажриба 20 °С температурада олиб борилса, рефрактометр кўрсатиши бўйича эритмадаги сахароза миқдорини 10-жадвалдан фойдаланиб анықланади.

10- жадвал

20 °С	Қурук модда миқдори, (%да)	20 °С	Қурук модда миқдори, (%да)	20 °С	Қурук модда миқдори, (%да)	20 °С	Қурук модда миқдори, (%да)
1,3344	1	1,3418	6	1,3494	11	1,3590	16
1,3359	2	1,3433	7	1,3510	12	1,3622	17
1,3374	3	1,3448	8	1,3526	13	1,3655	18
1,3388	4	1,3464	9	1,3541	14	1,3689	19
1,3403	5	1,3479	10	1,3557	15	1,3723	20

Агар тажриба, яъни рефрактометрда кузатиш 20°C дан бошқа температурада олиб борилса, 10-жадвалга асосан аниқланган сахароза миқдорига ўзгаришлар киритилади.

11-жадвал

Ушбу °C да кузатилса айириб ташланади (-)	10-жадвалдаги топилган куруқ моддага қўшимча					Ушбу °C да аниқланса қўшилади(+)
	5%	10%	15%	20 %	25%	
12	0,54	0,55	0,56	0,57	0,58	28
13	0,47	0,48	0,49	0,50	0, 51	27
14	0,40	0,42	0,42	0,43	0, 44	26
15	0,33	0,34	0,35	0,36	0, 37	25
16	0,26	0,27	0, 28	0, 28	0,29	24
17	0,20	0,21	0, 21	0,22	0,22	23
18	0,10	0,13	0, 14	0,14	0,14	22
19	0,07	0,07	0,07	0,07	0, 07	21

Температура +12-19° ва 21-28° бўлганда, 10-жадвалдаги сахароза миқдорига юқоридаги ўзгаришлар киритилади.

Барглардаги сув танқислигини аниқлаш. Керакли асбоб ва реактивлар.

Лаборатория ёки очиқ жойда ўстирилган ўсимликлар, аналитик тарози, қайчи, катта шишали бюкслар (2та), қуритиш шкафи, банка ёки катта қопқоқли стакан, эксикатор, филтёр қоғоз, полиэтилен халта.

Баргларда сув миқдори сув балансига боғлиқ, яъни қабул қилинган сув билан буғлантирилган сув орасидаги нисбатга боғлиқ. Агар транспирация баргга сув келишидан тезроқ борса, сув танқислиги вужудга келади (сув билан тўйиниш бўлмайди). Унинг катталиги тўлиқ тўйиниш учун етишмайдиган сувнинг умумий миқдоридан % ҳисобида миқдоридир. Сув танқислиги 10 % дан ошмаса, нормал ҳолат ҳисобланади ва ўсимликка ҳеч қандай зарар етмайди. Сув танқислиги 25% ва ундан кўпроқ бўлса, барглар

сўлийди, барг оғизчалари ёпилади, фотосинтез ва ўсиш жадаллиги камаяди, энергетик алмашилиши ва хужайраларнинг синтетик фаолияти бузилади.

Сувнинг умумий миқдорини баргни абсолют қуруқ ҳолатигача 100-105°С дан паст бўлса тўлалигича қуритилмайди. 105°С дан юқори бўлса, қуруқ модда йўқолиши мумкин. Қуритишдан кейин бюксларни дарҳол CaCl<sub>2</sub> ли эксикаторга олиб ўтказилиши керак, чунки совиганда материал хўлланиши мумкин.

**Ишнинг бориши.** Бўш шиша бюкслар (ҳар бир аниқлаш учун 2 тадан) қуритиш шкафида қуритилади. Эксикаторда совитилади ва тарозида ўлчанади (аналитик ёки техник тарози).

Текшириладиган ўсимликнинг 10 та барги кесиб олинади ва полиэтилен халтага солинади (буғланишни олдини олиш учун). Бюксларга 5 тадан барг ёки агар барглари йирик бўлса, ўрта томир бўйлаб қирқилган қисмлари солинади (бюксларга қўйганда барглари синмаслиги керак). Бюксларни дарҳол қаттиқ ёпиб, тарозида ўлчаш керак.

Хўл камера тайёрланади. Бунинг учун банка ёки стакан девори фильтр қоғоз билан ичидан ўралади, идишга озгина сув қуйилади, қоғоз тўлалигича хўлланиши керак. Бюксдан барглари чиқарилиб, хўл фильтр қоғоз тасмасига териб чиқилади, унинг эни барг пластинкалар узунлигига тенг бўлиши керак. Қоғоз найча ўралади, бюкс номери ёзилган этикетка ёпиштирилиб, пастки учи билан (банди билан) хўл камерага қўйилади, шиша парчаси билан ёки Петри косачаси қопқоғи билан ёпилади ва тўйиниши учун 2 соатга қўйилади. Намуналар хўл камерадан чиқарилади, фильтр қоғоз билан тез қуритилади ва яна ўша бюксларга қўйилади ҳамда ўлчанади. Барглари қуритиш шкафида 100-105 °С гача қуритилади (бюкслар қопқоғи очик бўлиши керак) эксикаторда совитилади ва ўлчанади.

Формула:

$$X=100 (a-c)/(a-n); y=100 (b -c)/(b-n); d=100 (b-c).$$

Иккита такрорланиш учун ўртача  $x, y, d$  ҳисобланади ва турли объектларда сув танқислиги тўғрисида хулоса чиқарилади.

12-жадвал

Объект	Бюкс номери	Бўш бюкс массаси  n	Намунали бюкс массаси			Сув миқдори		Сув танқислиги
			Тўйи-ниш гача	Тўйинган дан сўнг	Абсолют куруқ	Тўйи-ниш гача	Тўйинган дан сўнг	
			a	b	c	x	y	

## ХУЛОСА ВА ТАВСИЯЛАР

Табиатда яшовчи ҳар бир ўсимлик ўзининг онтогенезида жуда кўп сув сарфлайди (асосан танаси орқали буғлатади). Масалан: маккажўхори вегетация давомида 200 л гача, буғдой эса бир тонна қуруқ модда ҳосил қилиш учун 300 т сув сарфлайди. Умуман, ўсимлик орқали ўтган сув миқдорини 1000 қисм деб олсак, шундан 1,5-2 қисмигина органик моддаларнинг ҳосил бўлишида иштирок этиб, қолган 998 ёки 998,5 қисми тана орқали буғланиб кетади. Ўсимлик ўз онтогенезида сарфлайдиган сув миқдорининг кўп ёки оз бўлиши иқлим шароитига боғлиқ. Масалан, иссиқ ва қуруқ иқлимда бу кўрсаткич сернам иқлимдагидан кўра 2-3 марта кўп бўлиши мумкин. Қолаверса, бунга тупроқдаги сув миқдори ҳам таъсир қилади.

Ўсимлик ва бошқа организмлар учун сувнинг қанчалик муҳим аҳамиятга эга эканлигини транспирация жараёнида ҳам билиш мумкин. Ўсимлик иссиқлик энергиясини кўп миқдорда сарфлаши туфайли унинг тана ҳарорати пасаяди, яъни сув буғланиб, тана ҳароратини тартибга солиб туради.

Ўсимликларнинг сув алмашинув жараёнини тартибга солиш орқали улар танасида кечадиган модда ва энергия алмашинувини жадаллаштириш мумкин. Ўсимликлар танасига сувнинг кириши ва сарфланиши сув мувозанати дейилади. Яъни бунда ўсимликлар танасига кираётган сув билан сарфланаётган сув миқдори бир-бирига тўғри келиши лозим. Лекин ёзги очик кунларда қуёш нурлари таъсирида транспирация кучайиши ва ўсимлик қабул қилаётган сув унинг ўрнини қоплай олмаслиги туфайли нисбий тенглик бузилади. Оқибатда сув тақчиллиги рўй беради. Аксарият ҳолларда ўсимликлар танасидаги сув тақчиллиги 5-10 фоизга тенг бўлади ва бу ўсимликларга кўп зарар қилмайди. Чунки асосан туш вақтида бўладиган бундай сув камчилиги одатдаги ҳодиса ҳисобланади.

Ўсимлик танасида кечадиган барча физиологик жараёнлар сув етарли бўлганда фаоллашади. Ўсимликлар томонидан тўпланадиган вегетатив массанинг миқдори ҳам уларни сув билан таъминлаш даражасига боғлиқ. Ўсимликларнинг ўсиши ва ривожланиши учун барча шароитлар етарли бўлганда қуруқ модданинг ҳосил бўлиши учун кам миқдорда сув сарфланади.

Кўпчилик қишлоқ хўжалик ўсимликлари учун тупроқнинг оптимал намлиги тўлиқ нам сиғимига нисбатан 70-75 фоиз ҳисобланади. Бугдой учун бу кўрсаткич 70-80 фоиз бўлганда қуруқ модда миқдори ошади. Тупроқ намлиги юқоридаги кўрсаткичдан ошганда барча синтетик жараёнлар сккинлашади. Сув етишмаслиги натижасида ўсимликлардаги сув баланси, яъни илдиз орқали кираётган сувга нисбатан сарфланаётган сув миқдори ошади, хужайраларнинг сувсизланиши ва уларда сув танқислиги ҳам ошади. Осмотик босим, тургор босим, сув босими ва бошқа кўрсаткичларнинг қиймати хужайра таркибидаги сувнинг ҳолати ва миқдorigа узвий боғлиқ. Ўсимликларнинг сув таъминоти бузилганда ўсиш жараёнларининг секинлашиши эвазига ассимиляция қилувчи барг сатҳи кичраяди, органик моддалар миқдори камаёди.

Тупроқда намлик ортиқча бўлган шароитда ҳам ўсимликларнинг сув алмашинув жараёни ёмонлашади. Натижада аэроб жараёнлар тўхтаб, анаэроб жараёнлар тезлашади. Тупроқда карбонат ангидрид гази, органик кислоталар, шунингдек қайтарилган органик ва ноорганик моддлар ҳосил бўлади. Бу бирикмаларнинг кўпчилиги ўсимлик илдизлари учун заҳарли ҳисобланади. Тупроқ намлиги юқори бўлган ҳудудларда ўсимликларнинг ҳосилдорлиги ва унинг сифати пасаяди. Буларнинг ҳаммаси ўсимликларнинг ўсиши ва ривожланишига ҳамда уларнинг сув алмашинув жараёнига таъсир этади ва бунда илдизларнинг сув ва озик моддалар билан бойиши ва уларнинг поя ҳамда барг бўйлаб ташилиши секинлашади. Барглارнинг сувни сақлаш қобилияти ва илдиз тизимининг ўсиши пасаяди ва барглар сўлиб сарғаяди. Поялар етарли даражада йўғонлашмайди. Ҳосил

бўлган барглар бир- бирига соя қилиб, фотосинтез жадаллигига салбий таъсир қилади.

Ўсимликларнинг сув алмашинув хусусиятларини чуқур таҳлил қилишда уни ўрганиш усуллари ҳам катта аҳамиятга эга. Бундай услублар қаторига транспирация жадаллиги, ўсимликлар таркибидаги эркин ва боғланган сув миқдори, ўсимликлар танасига сувнинг кириш тезлиги, ўсимликлар таркибидаги сув тақчиллиги ва бошқа усуллар киради. Ушбу усулларни қўллаш орқали ўсимликлар танасида кечадиган физиологик жараёнларнинг фаоллигини аниқлаш мумкин.

## Фойдаланилган адабиётлар рўйхати

1. Абдуллаев Р.А., Асомов Д.К., Бекназаров Б.О., Сафаров К.С. Ўсимликлар физиологиясидан амалий машғулотлар. – Тошкент: Университет, 2003. – С. 196.
2. Генкель П.А. Физиология жаро и засухоустойчивости растений – М.: Наука, 1982. – С. 280.
3. Генкель П.А. Физиология растений – М.: Просвещение, 1975. – С. 335.
4. Гусев Н.А. Состояние воды в растении – М.: наука, 1974. – С. 134.
5. Белоусов М. А. Физиологические основы корневого питания хлопчатника. – Тошкент, 1975.
6. Жолкевич В.Н., Гусев Н.А., Капля А.В. и др. Водный обмен растений. – М.: Наука, 1989. – С. 256.
7. Лебедев С.И. Физиология растений – М.: Агропромиздат, 1988. – С. 544.
8. Лархер В. Экология растений – М.: Мир, 1978.
9. Либерт Э. Физиология растений – М., 1976.
10. Мустакимов Г.Д. Ўсимликлар физиологияси ва микробиология асослари. – Тошкент: Ўқитувчи, 1995 - 360 б.
11. Соттибоев И.К ,Қўчқоров Қ. Ўсимликлар ҳужайраси. – Т: “Ўқитувчи” 1978.
12. Шайхов Э.Т., Нормухаматов Н., Шлейхер А.И., Азизов Ш.Г., Лев В.Т., Абдурашидова Л.Х. Пахтачилик. – Т.: “Меҳнат” 1990.
13. Шевелуха В.С. Периодичност роста сельскохозяйственных растений и пути ее регуляции. –М.: 1980.
14. Гэлстон А., Девис П., Сэттер Р. Жизнь зеленого растения. – М.: 1983.
15. Дерфилинг К. Гормоны растений. – М.: Мир, 1985.
16. Маисеев В.А. Ўзбекитсон ўсимликлар дунёси. – Тошкент: Ўқитувчи, 1997.

17. Пахомова Г.И., Безуглова В.К. Водный режим растений. – Казань: Казанского Университета, 1972. – С. 5.
18. Плотников И.В., Живухина Е.А. и др. Практикум по физиологии растений. – М.: Академия, 2001. – С. 140.
19. Полевой В.В. Физиология растений – М.: Высшая школа, 1989 – С. 464.
20. Полевой В.В. Физиология роста и развития растений. – Л.: 1991.
21. Рубин Б.А. Курс физиологии растений. – М.: Высшая школа, 1976.
22. Самиев Х.С. Водный режим и продуктивность хлопчатника. – Ташкент: Фан, 1979. – С. 190.
23. Самуилов Ф.Д. Вопросы водообмена и состояния воды в растениях. – Казань: Казанского Университета, 1981.
24. Слейчер Р. Водный режим растений. – М.: Мир, 1970.
25. Кретович В.Л. Биохимия растений. – М.: Наука, 1986
26. Курсанов А. Л. Транспорт ассимилятов растений. – Москва, 1976.
27. Тарчевский И.А. Основы фотосинтеза. – М.: Высш школа, 1977.
28. Ткачук Е.С. Физиология водопотребления при оптимизации минерального питания растений. – Киев: Наук думка, 1986. – С. 167.
29. Третьяков К.Г. Практикум по физиологии растений. – М.: Агропромиздат, 1990. – С. 271.
30. Чайлахян М.Х. Регуляция цветные высших растений. – М.: 1988.
31. Хўжаев Ж.Х. Ўсимликлар физиологияси. – Самарқанд. СамДУ, 2001. – Б. 218.
32. Хўжаев Ж.Х., Келдиёров Х.А., Жўраева З.Ж., Атаева Ш.С. Ўсимликлар физиологияси фанидан лаборатория машғулотлари. – Самарқанд: СамДУ. 2005. – С. 127.
33. Шматько И.Г., Григорюк И.А., Шведова О.Е. Устойчивость растений к водному и температурному стрессам. – Киев, Наук думка, 1989. – С. 224.

34. [www.http](http://rambler.ru). // rambler.ru. Состояние воды в растении...
35. [www.http](http://rambler.ru). // rambler.ru. физиология растении...
36. [www.http](http://rasteniya.ru). // rasteniya.ru. физиология растении.....
37. [www.http](http://rambler.ru). // rambler.ru. Водные режим растении...