

Лекция 2. Өсімдіктердегі су алмасу физиологиясы.

Судың өсімдік тіршілігіндегі маңызы



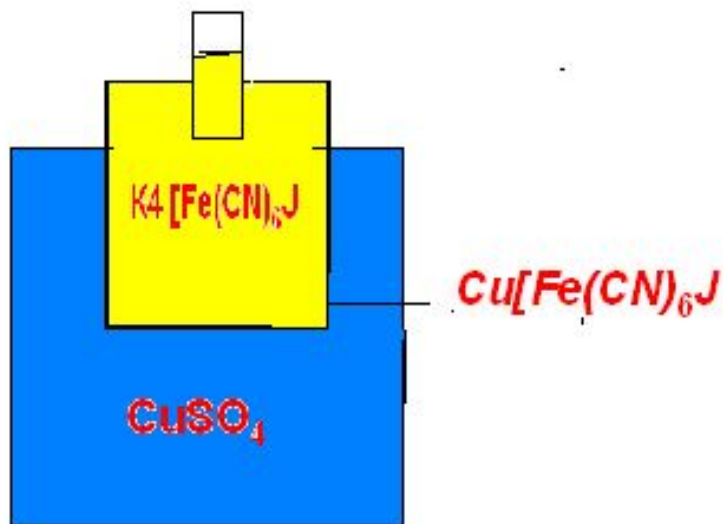


2. Судың осмостық сіңуі.

ІРІГУ (ДИФФУЗИЯ) - кез келген ортадағы заттар бөліктерінің бір орынынан басқа орындарға үздіксіз қозғалып араласуы.

ОСМОС - еріткіштің өзінен жартылай өткізгіш мембрана арқылы бөлінген ерітіндіге өтуі. Осы құбылысты бірінші рет француз физиологы **Г.Дютроше 1826 ж.** жасанды осмометр арқылы зерттеді.

В.Пфееффер - осмометрдің жетіліңкіреген түрін ұсынды.
Осмометр

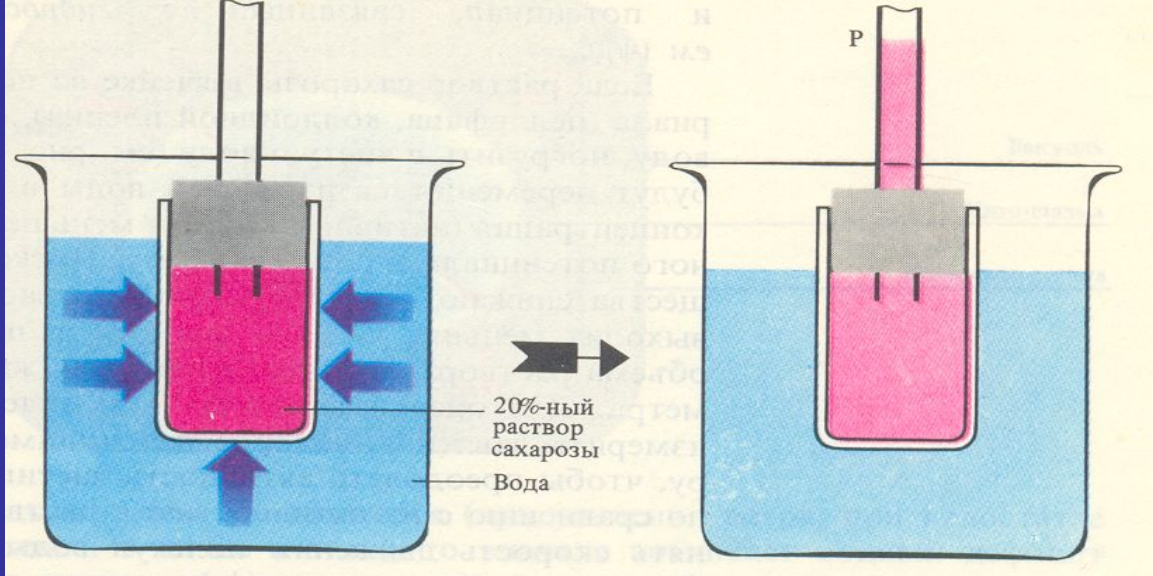


Жартылай өткізгіш мембрана арқылы судың ерсілі-қарсылы жылжуы да теңеседі. Бул жағайдағы **гидростатик.алық қысым Р потенциалдық осмос қысымына** тең болады.

- Кез келген организмнің тіршілік әрекеттері қалыптағыдай жүзеге асуы үшін сыртқы ортадан жеткілікті мелшерде судың енуі қажет.
- Өсімдік клеткасына судың енуіне биокolloидтардың бөрту, гидраттану күштері әсер етеді. Ол қасиет тұқымдарды суға малғанда байқалады. Бірақ тірі клеткаға судың енуі негізінен осмостық күшке байланысты болады.
- Жартылай өткізгіш мембрана арқылы судың ерсілі-қарсылы жылжуы да теңеседі. Бул жағайдағы **гидростатикалық қысым Р** **потенциалдық осмос қысымына** тең болады.

$$\bullet R = \pi *$$

- Ерітінділерде **осмостық қысым** тұрақты температурада еріген заттың концентрациясымен /көлемінің бірлігіндегі санымен/ белгіленеді.



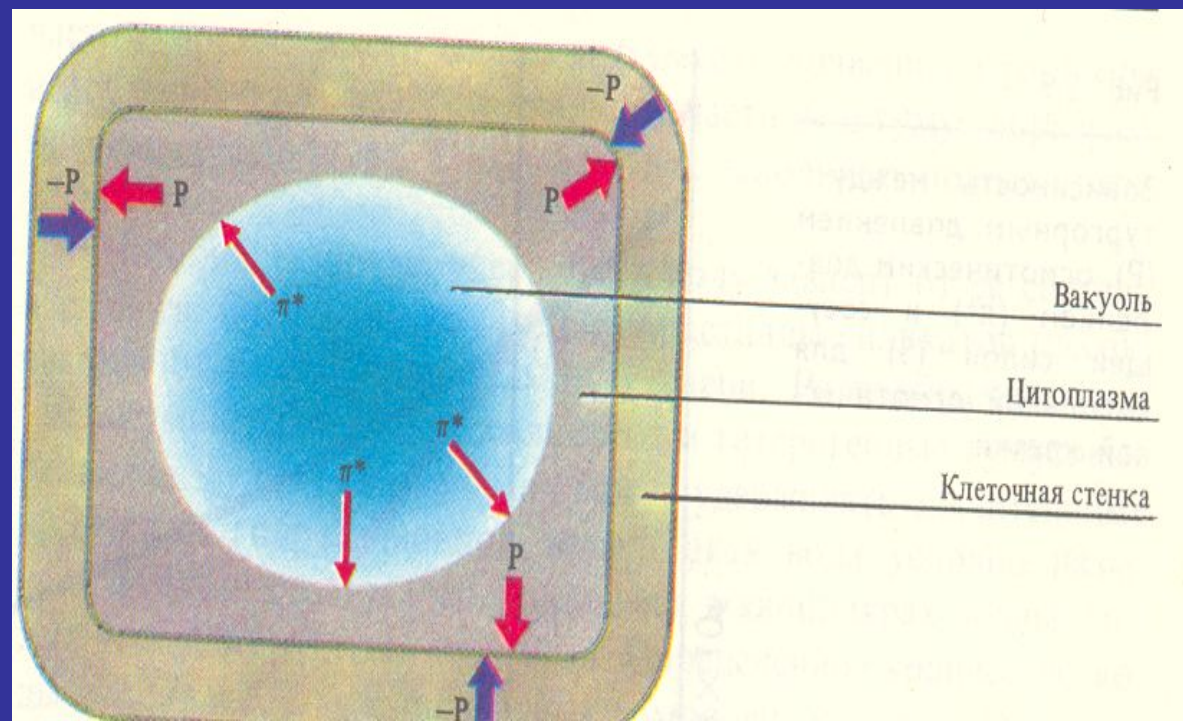
$$S = \pi - P$$

S - су сорғыш күші

π - осмотық қысымы

P - тургор қысымы

$$S = 0, \pi = P$$



π – осмос қысымы

P – тургор қысымы

- **Вант-Гофф** - осмостық заңшылықтар Бойль-Мариоттың газдың заңдылықтарына сәйкес. Ол **потенциалдық қысымды** есептеу үшін теңдеуді ұсынды:

- $\pi = i \cdot CRT$,
- **c** - ерітіндінің мольдік концентрациясы,
- **T** - температура,
- **R** - газ тұрақтысы,
- **i** - изотоникалық коэффициент

- **Потенциалдық қысым Паскаль** деген өлшеммен өлшенеді.
- Ол ерітіндігін **максималды мүмкін қысымымен** немесе ерітіндінің **максимальды су соратын қабілетімен** белгіленеді.
- Заттың молекулаларының энергия деңгейі, оның диффузиясының жылдамдылығы, заттың **химиялық потенциалы деп атайды (ψ)**.
- **Судың химиялық потенциалы су потенциалы ($\psi_{\text{H}_2\text{O}}$)** деп аталады. Ол судың диффузияланатын, буланатын, сорылатын қабілетін көрсетеді, **Паскальмен** өлшенеді.



- Ең жоғары судың потенциалы – *химиялы таза таза судың* потенциалы. Ол **0** –ге тең
- Сондықтан әр бір ерітіндінің және биологиялық сұйықтықтардың су потенциалы теріс мәнінде.
- Су потенциалына *осмотық потенциал* ψ_{π} және *гидростатикалық қысымымен байланысты потенциал* ψ_r
- кіреді

Өсімдік клетка – осмостық жүйе

Клеткаға кіретін судың күшін *сорғыш күш S*. деп атайды

- Ол клетканың *су потенциалына* тең ($\psi_{\text{H}_2\text{O}}$).
- Су сорғыш күші клетка сөлінің *осмостық қысымымен* (π^*) және клетканың *тургорлық (гидростатикалық) қысымымен* (P) белгіленеді.
- Ол клетка қабығының электростатикалық созылғандағы қарсы күшіне тең:

$$\bullet S = \pi^* - P$$

- Осы белгілерді термодинамикалық ауқымдарына /мөлшерлеріне/ ауыстырғанда

- бұл теңдіктің түрі мынадай болады:

$$- (\Psi_{\text{H}_2\text{O}}) = - \Psi_{\pi} - \Psi_{\text{p}}$$

- Клетка суға қанығып тұрғанда (тургесцентті) оның *сорғыш күші* 0-ге тең, ал *тургорлық қысым осмотық потенциалдық қысымына* тең

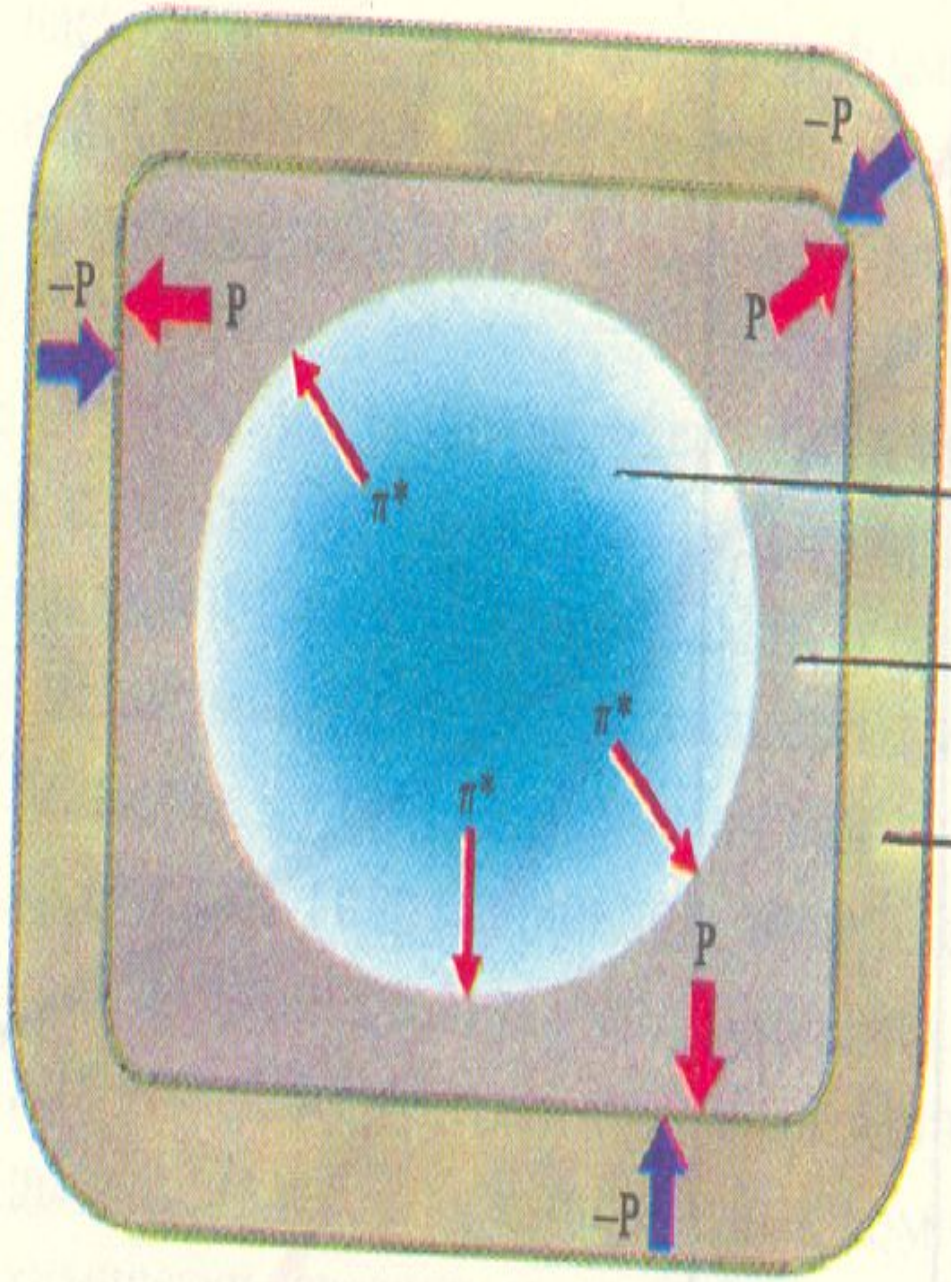
- $S=0; P=\pi$

- Клеткада толық тургор топырақта және ауада су жеткілікті болғанад байқалады.
- Клеткада су азайғанда (жел тұрғанада, топырақта су азайғанда), бірінші клетка қабығы су тапшылыққа ұшырайды, оның су потенциалы вакуольдың потенциалынан төмен болады, су клетка қабығына жылжиды
-
- Вакуольдан су шыққыанда, клетканың тургор қысымы төмендейді, сорғыш күші ұлғаяды.
- Ұзақ су тапшылықта өсімдіктер солып қалады.
- Осындай жағдайда $P=0, S = \pi^*$

Рис. 5.8

Схема растительной клетки как осмотической системы:

π^* — осмотическое давление, P — тургорное давление, $-P$ — противодействие клеточной стенки



Клето

- Тургорды жоғалтқан клетканы экспериментте көруге болады. Клетканы гипертоникалық ерітіндіге салғанда **плазмолиз** деген құбылыс байқалады.
-
- Жас ұлпаларда су жоғалтқанда тургор қысымы теріс мәнінде болып, протопластардың көлемі азайып, клетка қабығынан айырылмай бүріседі. Ол құбылыс **циторриз** деп аталады.
- *Тамыр клеткалардың вакуоль сөлінің концентрациясы - **0.3-1,2 МПа.***
- *Жер үсті мүшелердің клеткаларында вакуоль сөлінің концентрациясы - **1,0-2,6 МПа.***
- Ол осмотық концентрациясының және сорғыш күштің вертикальды градиентін қамтамасыз етеді.
- . Галофит клеткаларында ең жоғары осмотық қысым: **15МПа.**

- **Өсімдіктегі су жылжудың механизмдері.**

- *Су алмасу 3 сатыдан тұрады:*

- Тамырмен су сору.

- Сосудтар арқылы судың жылжуы

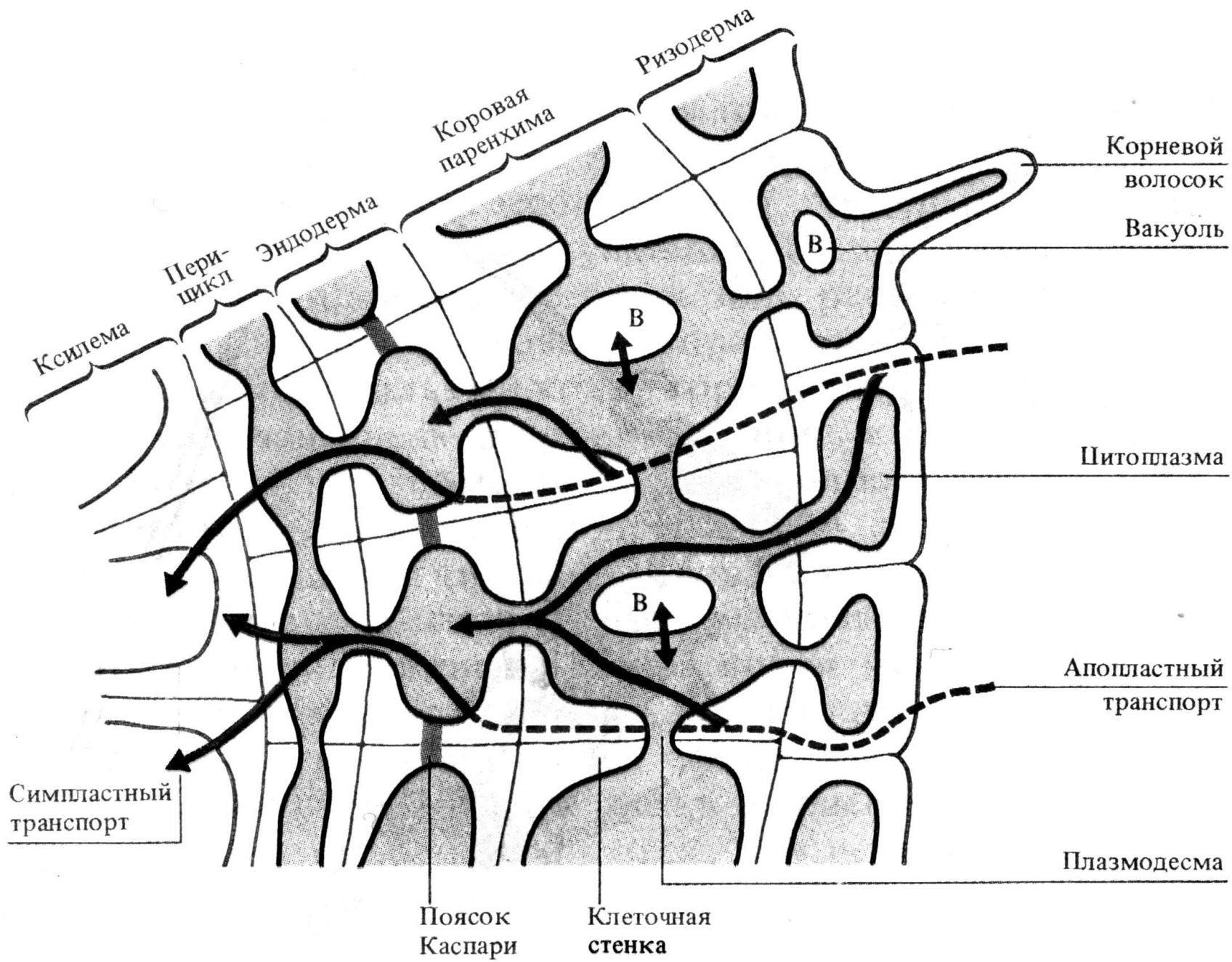
- Транспирация, жапырақтар арқылы су булануы.

- Осы процестер бір бірімен байланысты.

- **Су сору және радиальды тасмалдану.**
- Тамыр түтікшелері бар бөлікте су жақсы сорылады. Тамыр түтіктер
- Тамыр түтікшелердің негізгі мақсаты - тамырдың соратын көлемін үлкейтеді.
-
- Одан жоғары зоналарда су соратын қабілеті төмендейді, ұлпалар пробкаланады және суберинделенеді.



- Тамырдың сыртынан **тамыр қабығы, эндодерма, перицикл** арқылы су ксилемаға дейін жылжиды.
-
- **Қабық клеткалар** арқылы су мен минералдық заттардың жылжуына 2 жол бар :
 - - цитоплазмамен плазмодесмалар арқылы (симпласттық тасмалдау)
 - - клетка қабықтар арқылы (апопласттық тасмалдау).
- Су ризодерма және паренхима клеткалардың цитоплазмаларына арқылы **осмос заңдары** бойынша жылжиды.



- Клетка қабығының суға қарсылысы цитоплазмаға қарағанда төмен, судың радиальды тасмалдануы тамыр арқылы апопласт арқылы жүреді.
- Эндодерма деңгейінде **Каспари белдеушілер** бар жерде **апопластық тасмалдау** түрі мүмкін емес. Олар су жібермейді.
- Су эндодермаға тек симпластық жолымен өтуге болады.
- Су тасымалдануы эндодерма деңгейінде реттеледі, жылдам **апопластық тасмалдау** баяу жүретін **симпласты тасмалдауға** ауысады.

- **Тамыр қысымының механизмдері.**
- Ксилемаға су осмотық қысым арқасында кіреді.
- Сосудтардағы және олардың клетка қабықтарындағы **осмотық активті заттар** - *минеральды заттар мен паренхима клеткалардың плазмалеммасындағы активті ион насосармен бөлінетін метаболиттер.*
- Осы заттардың жинақталуы сорғыш күшін түзеді, ол ксилемаға судың осмотық тасмалдануына себеп болады.

- *Тамыр қысымы*
- *(төменгі қозғаушы күш)*

- Судың өсімдік бойымен тамыр қысымының ықпалымен көтерілу механизмін *төменгі шеттік қозғаушы күш* деп аталады.

- **Тамыр қысымы** - тамырдағы иондық насостардың жұмысының және ксилема түтіктетеріне судың осмостық (ырықсыз) енуінің нәтижесінде түтіктерде пайда болатын гидростатикалық қысымы.
- Ол ксилема ерітіндісін түтіктер арқылы тамырдан жерүсті бөліктеріне көтерілуін қамтамасыз етеді.
- **Төменгі шеттік қозғаушы күш** - судың өсімдік бойымен тамыр қысымының ықпалымен көтерілу механизмі.
- **Гуттация** - клеткаларда судың жоғары бағытта жылжып, оның жапырақ ұштарындағы ерекше клеткалар – **гидатодтар**- арқылы бөлінуінің нәтижесі.



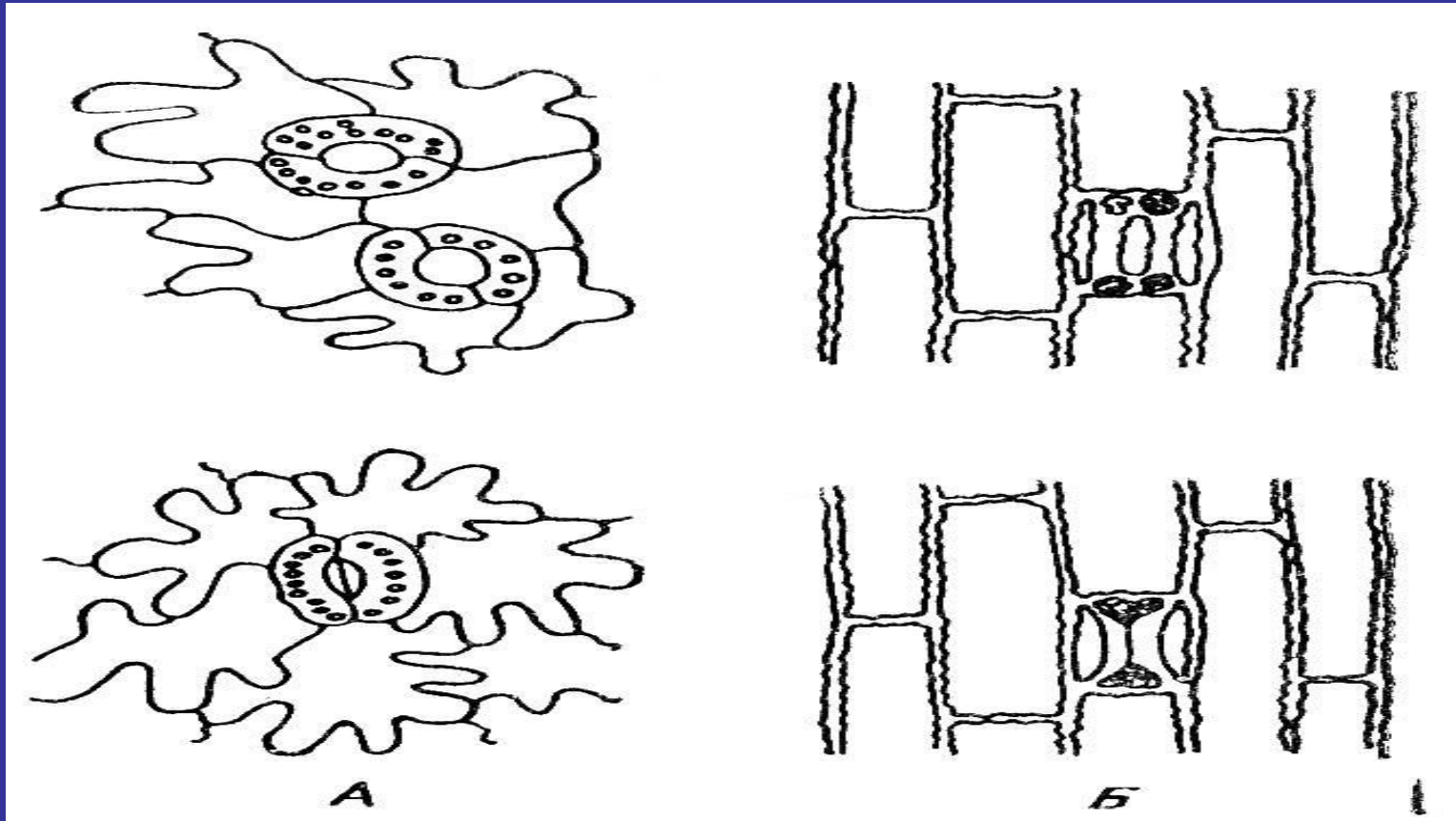
А



Б

ЕМ ВОДЫ ПРАКТИЧЕСКИ

- Транспирация (судың булануы). Жоғарғы шеткі қозғаушы күш
- Транспирация - судың өсімдік денесінен булануын *транспирация*



Траспирацияны сипаттайтын көрсеткіштері

- Транспирацияның қарқындылығы
- Транспирацияның өнімділігі
- Транспирациялық коэффициенті
- Салыстырмалы транспирация
- Су қорының пайдаланылу жылдамдығы

- **Транспирацияның қарқындылығы** - жапырақтың белгілі ауданынан белгілі уақыттың ішінде буланған судың мөлшері
- Оны 1 м^2 немесе 1 дм^2 ауданнан 1 сағатта буланған судың г мөлшерімен бейнеленеді. Көптеген өсімдіктерде транспирация қарқындылығы күндіз $15\text{-}250 \text{ г/м}^2$, түнде $1\text{-}20 \text{ г/м}^2$
- **Транспирацияның өнімділігі** - бір кг су буланғанда пайда болған құрғақ заттың мөлшері. 1 кг су буланғанда 1-8 г (орташа 3 г) құрғақ зат пайда болады.

- **Транспирация коэффициенті** - құрғақ заттың белгілі мөлшеріне жұмсалған судың мөлшері. Бул шама транспирацияның өнімділігіне кері көрсеткіш. Өсімдіктердегі транспирациялық коэффициенті - орташа 300-ге тең, 1 т түсімге 300 т су жұмсалады.
- **Салыстырмалы транспирация** - жапырақтың белгілі ауданынан белгілі уақыттың ішінде буланған су мөлшерінің сондай ауданы ашық су бетінен, сондай уақыттың ішінде буланған су мөлшерінің қатынасы. Орташа 0,4-0,5-ке тең.

- **Устьицальқ және кутикулалық транспирация.**
- **Устьицалық транспирация** үш сатыдан турады:
 - а) судың жапырақ жүйкелерінен мезофилл клеткаларының қабықтарына ірігуі;
 - б) судың клетка қабықтарынан клетка аралықтарына және устьицалар астындағы қуыстарға булануы;
 - в) одан устьицалар арқылы қоршаған атмосфераға ірігуі.
- Устьицалар арқылы жапырақ, пен атмосфера арасындағы газ алмасу процесі жүзеге асады, ол - су буын, CO_2 және O_2 өткізетіне негізгі жол.
- Устьицалар жапырақтың екі жағында да болуы мүмкін; бірақ, устьицалары жапырақтың, астыңғы бетінде ғана болатын өсімдік турлері көптен кездеседі. Өсімдіктің көлеңкедегі жапырақтарында жарық мол түсетін жапырақтарға қарағанда устьицалар саны кемірек болады.

- **Кутикулалық транспирация** - судың тікелей жапырақ бетінен булануы.
- Устьицалар ашық, болған жағдайда судың кутикула арқылы булануы *жалпы транспирациямен* салыстырғанда мардымсыз болады.
- Бірақ устьицалар жабық болса, мысалы қуаңшылықта, кутикулалық транспирация көптеген өсімдіктердің су алмасу процесінде маңызды орын алады.

Устьицалық транспирацияның реттелуі.

- **Гидроырықты устьицалар қимылы** - - туйықтаушы клеткалардың өзіндегі өзгерістерге байланысты қимылдар.
- **Гидроырықсыз устьицалар қимылы** - устьицаны қоршаған басқа клеткалардағы өзгерістерге байланысты қимылдар, ырықсызға жатады

1. Фотырықты ашылу - су жеткілікті жағдайда жарық деңгейі үдеген сайын устьицалар кеңейіп, ашылуы.

Устьицалық клеткалардың эпидермис клеткаларына қарағанда хлоропластары көп болады).

Тұйықтаушы клеткалардағы фотосинтез процесі устьицалар қимылын реттеуге қатысады.

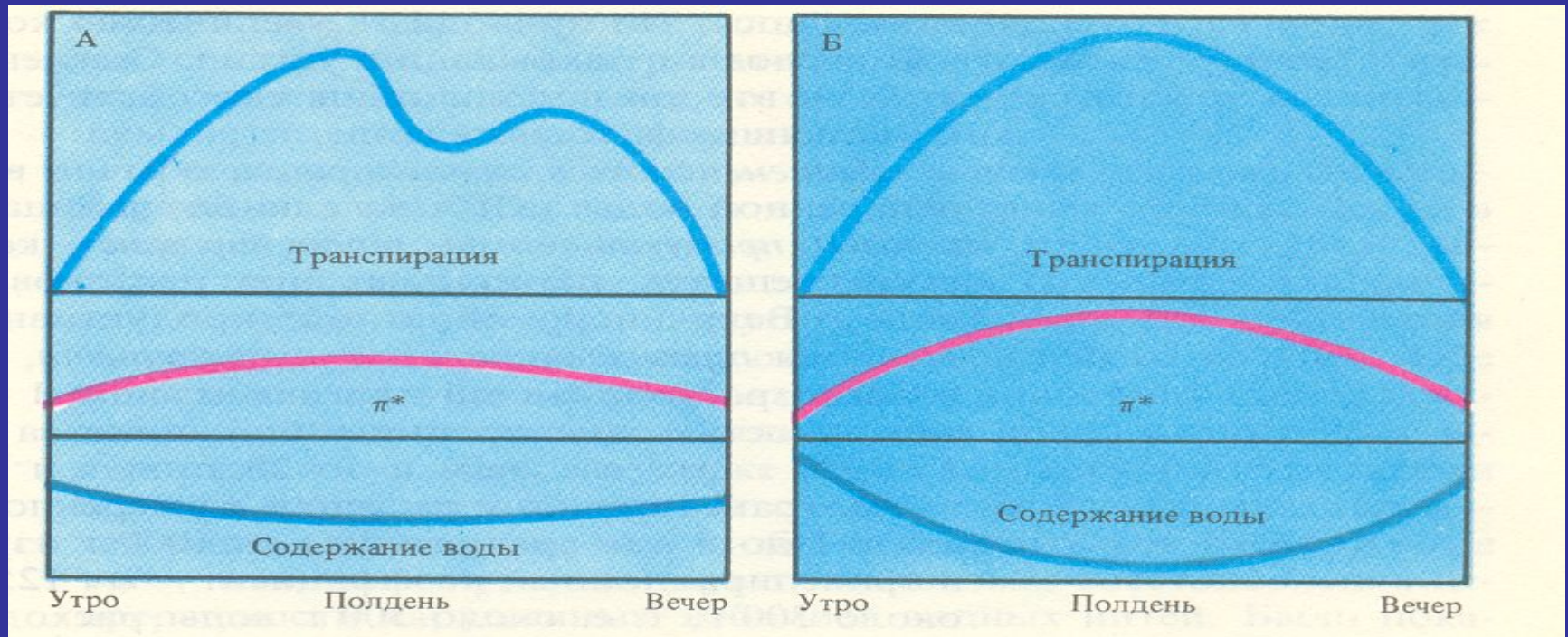
Көмірсулар синтезінің күшеюі тұйықтаушы клеткалардың **сорғыштық күшін ұлғайтып**, оларға судың сіңуі жеделдеуінен устьицалар ашылады.

2. Устьицалар қимылы **CO₂** мелшері **0,03%-тен** темендесе тұйықтаушы клеткалардың керілуі ұлғайып, устьицалар ашылады.

Көмірқышқыл газының ауадағы деңгейі көбейсе де устьицалар жабылады.

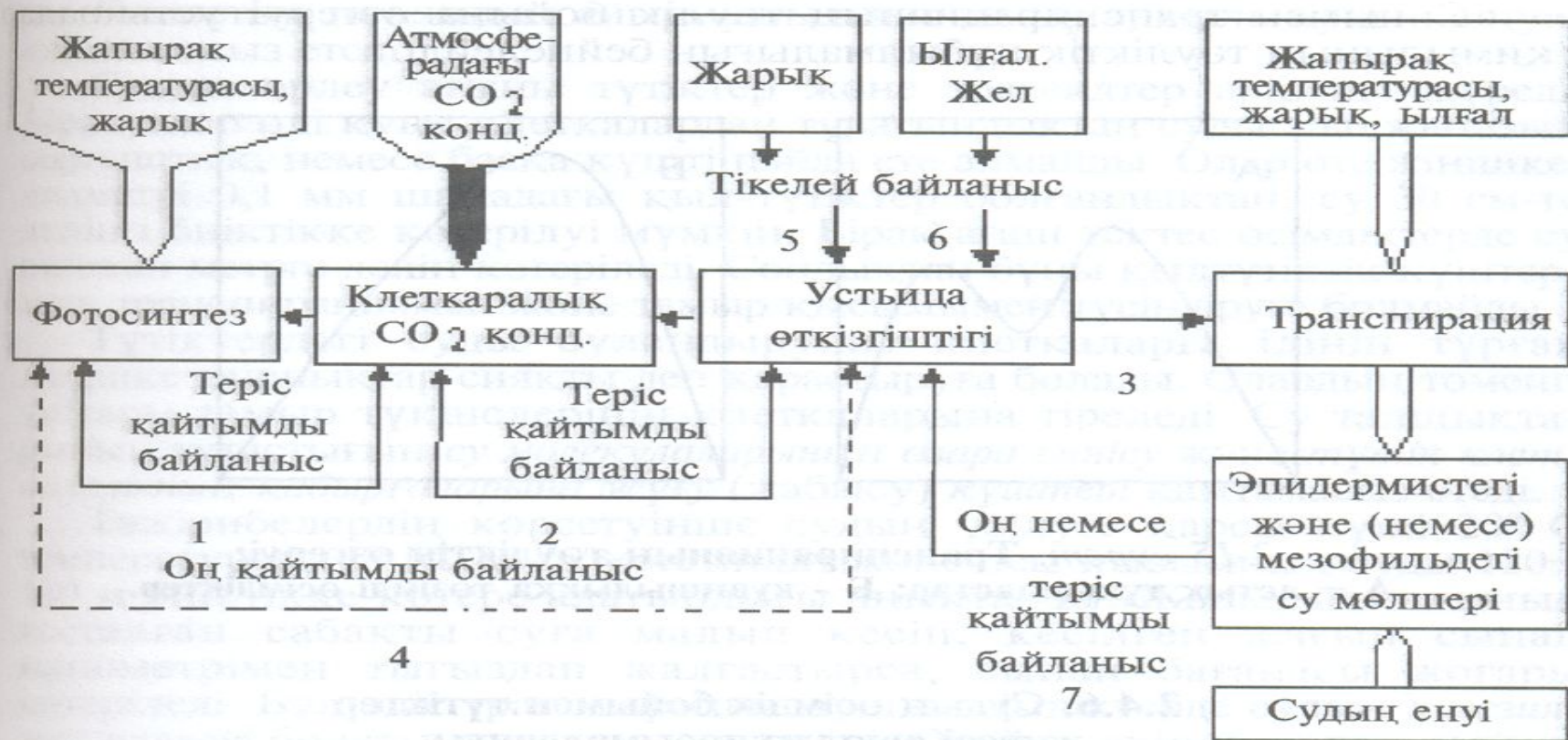
- **Устыцалар қимылының және транспирацияның тәуліктік құбылуы**

Көпшілік түрлердің устыцалары таң атысымен ашылып, таңертеңгі сағаттарда өте кеңейген шегіне жетіп, талтүскі сағаттарда біраз тарылады да, күн батқан кезде жабылады.



Гидротұрақты (гидростабильды) түрлер

Гидротұрақсыз (гидролабильды) түрлер



2.14-сурет. Устьицалық аппарат қызметінің реттелу желісі (В.В.Полевой, 1989).

1. Осмостық белсенді заттарға қай органелла бай?

1. протопластар
2. митохондриялар
3. вакуоль
4. хлоропластар
5. сферопластар

2. Клетканың толық тургесценттігі қандай жағдайда байқалады?

1. Тургор қысымы осмос қысымымен теңескенде
2. Осмос қысымы тургор қысымынан басым болғанда
3. Клетканың сорғыш күші жоғары болғанда
4. Тургор қысымы мен сорғыш күш теңескенде
5. Судың булануы оның сіңірілуінен асқанда

3. Толық қаныққан клетканың су сорғыш қабілеті неге тең?

1. $S=0$, себебі $P=T$
2. $S=0$, $P>T$
3. $S=0$, $P<T$
4. $S>0$, $P=T$
5. $S<0$, $P=T$

S-су сорғыш күш

P-осмостық қысым

T-тургор қысымы

4. Солған өсімдікегі тургор қысымы (T) қандай көрсеткішке ие?

1. $T = 0$
2. $T < 0$
3. $T > 0$
4. $T = 1$
5. $T = 2$

5. Су тапшылығы қашан пайда болады?

1. Судың булануы оның сіңірілуінен артық болғанда
2. Судың сіңірілуі оның булануынан артық болғанда
3. Судың булануы мен сіңірілуі мен тең
4. Ауа ылғалдығы мен топырақ ылғалдығы жоғары кезде