

**Mavzu:** Ildizning birlamchi va ikkilamchi anatomik tuzilishi

Yosh ildiz uchida (apeksida) ko'plab parenximatik hujayralar mavjud bo'lib, ular ildiz qini bilan qoplangan bo'ladi. Ildiz qini tirik, yupqa devorli hujayralardan tashkil topgan bo'lib, u apeks meristemaning doimiy bo'linib turuvchi yosh hujayralaridan hosil bo'ladi. Qini yuzasidagi hujayralar shilimshiq modda ajratadi, bu modda ildiz uchining tuproqqa kirib borishini osonlashtiradi. Ildiz qining markazida kolumella deb ataluvchi hujayralar joylashgan bo'lib, ularda ko'p miqdorda kraxmal donachalari to'planadi. Ular ildiz uchining tuproq zarrachalari orasidan o'sib chiqishiga yordam beradi. Suvda o'suvchi yoki parazit tarzda yashovchi o'simliklarda ildiz qini bo'lmaydi.

Ildiz tizimiga oid ingliz tilida berilgan atamalar. (**Botanika va ingliz tili fanlarining integratsiyasi**).

Inglizcha atama	O'zbekcha tarjimasi
Root	Ildiz
Primary structure	Birlamchi tuzilish
Secondary structure	Ikkilamchi tuzilish
Apical meristem	Apikal meristema (cho'qqi meristemas)
Zone of cell division	Hujayralar bo'linish zonasi
Zone of elongation	Cho'zilish zonasi
Zone of maturation	Pishish zonasi
Epidermis	Epidermis
Cortex	Parcha / Korteks
Endodermis	Endodermis
Pericycle	Peritsikl
Vascular cylinder (stele)	Markaziy silindr (stela)
Xylem	Ksilema (suv o'tkazuvchi to'qima)
Phloem	Floema (organik modda o'tkazuvchi to'qima)
Protoxylem	Protoksilema

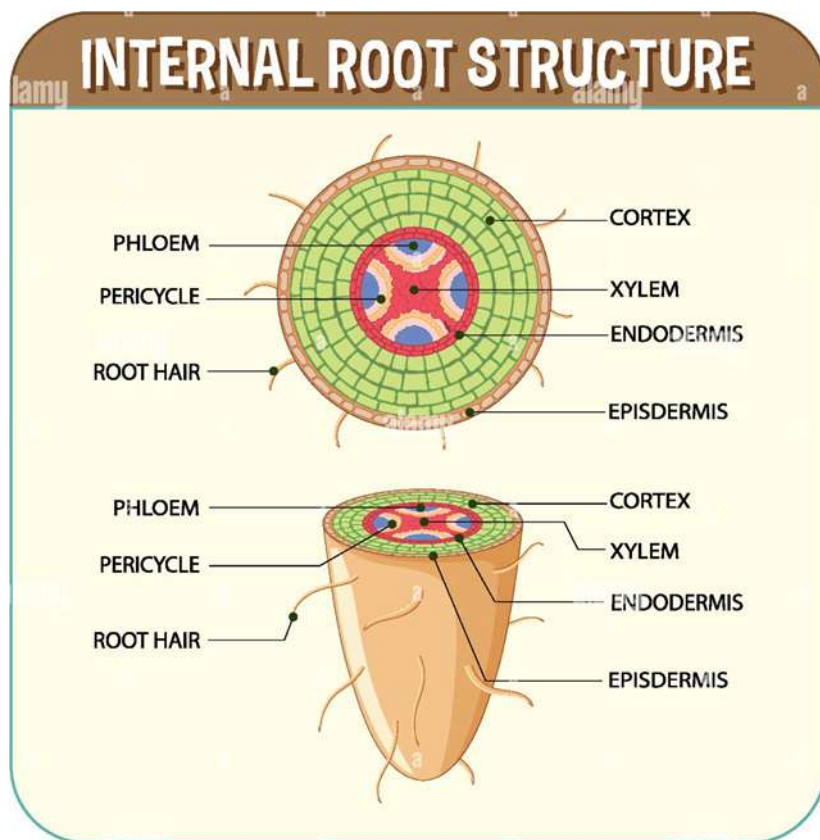
Metaxylem	Metaksilema
Protophloem	Protofloema
Metaphloem	Metafloema
Cambium	Kambiy
Vascular cambium	O'tkazuvchi kambiy
Cork cambium (phellogen)	Po'stloq kambiy (fellogen)
Cork (phellem)	Po'stloq (fellem)
Phelloderm	Felloderm
Collateral bundle	Kollateral tutam
Radial rays	Radiatsion nurli to'qimalar
Parenchyma	Parenxima
Sclerenchyma	Sklerenxima (mustahkamlovchi to'qima)
Lateral root	Yon ildiz
Root cap	Ildiz qalqoni
Conductive tissue	O'tkazuvchi to'qima
Meristematic tissue	Meristema to'qimasi
Differentiation	Differensiyalash (to'qima ixtisoslashuvi)
Vascular bundle	O'tkazuvchi tutam
Resin canal	Smola yo'llari
Oil duct	Moy yo'llari

Ildiz qining ostida meristematik xususiyatga ega bo'lgan bo'linuvchi zona joylashgan bo'lib, u taxminan 1 mm uzunlikda bo'ladi. Bu hududdagi hujayralar zich sitoplazmali, vakualasiz bo'ladi va mikroskop ostida ko'rishda odatda sarg'ish rangda ko'rinadi.

Bo'linuvchi zonadan keyin o'suvchi zona joylashgan bo'lib, bu yerda hujayralar son jihatdan ortmaydi, biroq vakualaning hosil bo'lishi hisobiga hujayralar cho'zilib, o'z hajmini kattalashtiradi. Bu hujayralar turgor holatda bo'lib, katta kuch bilan tuproq zarrachalarini yorib o'tish xususiyatiga ega bo'ladi.

O'suvchi zonadagi hujayralar bir muncha vaqt o'sgach, o'sishni to'xtatadi va ularning yuzasidan ildiz tukchalari hosil bo'ladi. Bu tukchalar bir necha santimetr gacha cho'zilib, tuproq zarrachalariga zich yopishadi. Tukchalar bilan qoplangan ildiz qismi so'ruvchi yoki yutuvchi zona deb nomlanadi.

Ma'lum vaqt o'tgach, tukchalar rizodermadagi hujayralar bilan birgalikda hayotchanlik xususiyatini yo'qotadi va quriydi. Ularning o'rnini esa himoya vazifasini bajaruvchi ekzoderma egallaydi. Bu to'qima o'tkazuvchi (floema va ksilema) to'qimalarni himoya qiladi.



Ildiz uchidagi o'suvchi meristema hujayralari doimiy bo'linib, tashqi (ildiz qini) va ichki yo'nalishda yangi hujayralarni hosil qiladi. Aynan shu jihati bilan ildiz novdadan tubdan farq qiladi.

Apeksdagi initsial hujayralarning soni va ularning bo'linishi o'simliklar sistematik guruhlariga qarab farqlanadi. Masalan, ayrim paporotniksimonlar (masalan, qirqbo'g'im, qirqquloq va ba'zi

plaunlar) ildizining bo'linuvchi zonasida faqat bitta initsial hujayra bo'ladi va butun ildiz shu yagona hujayraning bo'linishi orqali hosil bo'ladi.

Yuksak urug'li o'simliklarning apeksida esa bir nechta initsial hujayralar bo'ladi. Bu hujayralarning tuzilishi ikki pallali va bir pallali o'simliklarda har xil. Ikki pallali o'simliklarda uchta qatlamdan iborat bo'lib, har bir qatlamda 1 dan 4 tagacha initsial hujayra mavjud. Eng pastki — dermetogen qavatdan rizoderma va ildiz qini, o'rta va yuqori qavatlardan esa asosiy to'qimalar hosil bo'ladi. Jumladan, o'rta qatlamdagi tashqi meristemadan periblema (yunoncha "periblema" – qoplovchi), yuqori qatlamdagi initsiallardan esa pleroma (yunoncha "pleroma" – to'ldiruvchi) to'qimalari shakllanadi. Keyinchalik bu meristema hujayralari doimiy to'qimaga aylanadi. Periblema ildizning po'stloq to'qimalarini, pleroma esa markaziy silindrni hosil qiladi.

Bir pallali o‘simliklarda esa eng pastki qatlamdan ildiz qini, periblemaning tashqi qatlamidan esa rizoderma vujudga keladi.

### **Ildizda doimiy to‘qimalarning hosil bo‘lishi**

Ildiz meristema hujayralarining bir necha bor eniga va bo‘yiga bo‘linishi natijasida doimiy to‘qimalar shakllanadi. Bu jarayon rivojlanib borgani sayin, bo‘linuvchi zonadan biroz yuqoriroqda periblema va pleroma o‘rtasida chegaralar vujudga keladi. Ular kattaligi, shakli va joylashuvi jihatdan bir-biridan farq qiladi.

Ildizning so‘ruvchi zonasida rizoderma (epiblema) to‘qimasi hosil bo‘ladi. Rizoderma o‘z vazifasi jihatidan muhim sanaladi, chunki har bir rizoderma hujayrasidan uzunligi 1–2 mm, ba’zida 3 mm bo‘lgan tukchalar (epiblema) rivojlanadi. Bu tukchalar so‘ruvchi yuzani kengaytiradi.

Tukchalarning po‘sti juda yupqa, sellyuloza yoki pektin moddasidan iborat bo‘lib, ichida sitoplazma va yadro bo‘ladi. Tukchalar shilimshiq modda ajratadi, tuproq zarrachalariga yopishadi va oziq moddalarning oson singishiga yordam beradi. Tukchalarning miqdori tuproq namligi va o‘simlik turiga qarab farq qiladi. Masalan, makkajo‘xori ildizining 1 mm<sup>2</sup> so‘ruvchi zonasida 425 ta, olma – 300 ta, loviya – 230 ta, suli – 14 tagacha bo‘lishi mumkin. Ularning yashash davomiyligi ham turlicha: paxta ildizidagi tukchalar 14–48 kun, tog‘larda o‘sovchi lagoxilusda 1,5 kungacha yashaydi.

Rizoderma (epiblema) hujayralarining barchasi tukcha hosil qilmaydi. Tukcha hosil qiluvchi rizoderma hujayralari **trixoblast** deb ataladi (yun. *trixs* – soch, *blastós* – urug‘). Suda va botqoqlikda o‘sovchi o‘simliklar, masalan, epifit orkide, nilufar, viktoriya kabi o‘simliklarda ildiz tukchalari hosil bo‘lmaydi.

Rizoderma hujayralarida ko‘p miqdorda ribosoma va mitoxondriyalar bo‘ladi. Ayniqsa, oziq moddalarga boy tuproqda ular tez rivojlanib, energiya ishlab chiqaradi, bu esa moddalarning faol so‘rilishiga xizmat qiladi.

### **🌀 Ildiz tuzilishining o‘simlik yashash muhitiga moslashuvi (Botanika va ekologiya fanlarining integratsiyasi)**

O‘simliklar yashash muhitlariga qarab o‘z anatomik tuzilmalarini moslashtirgan bo‘lib, bu jarayon ildiz tuzilishida ham yaqqol namoyon bo‘ladi. Ildizning birlamchi va ikkilamchi tuzilmalaridagi farqlar, hujayra qatlamlari, o‘tkazuvchi to‘qimalarning joylashuvi — bularning barchasi o‘simlik yashaydigan sharoitlarga bog‘liq holda shakllanadi.

<b>Yashash Muhiti</b>	<b>Ildizning Xususiyatlari</b>	<b>Moslashuvlar</b>
Suvda o‘sovchi o‘simliklar (Gidrofitlar)	Peritsikl rivojlanmaydi, parenxima hujayralari	Suvda o‘zini tutish, ozuqa olishga ehtiyoj kam, mexanik mustahkamlik kam.

	aerenxima hosil qiladi, mexanik mustahkamlik kam.	
Qurug`likda o`suvchi o`simliklar (Kserofitlar, Mezofitlar)	Peritsikl rivojlanadi, yon ildizlar hosil bo`ladi, kambiy va fllogen rivojlanadi, mexanik to`qimalar rivojlanadi.	Ildiz orqali ozuqa va suv olish, mexanik mustahkamlik, ildizning qalinlashuvi.
Qurg`oqchil sharoitdagi o`simliklar (Kserofitlar)	Peritsikl qalinlashadi, ko`p qatlamli bo`ladi, kambiy faol rivojlanadi, mexanik barqarorlik oshadi.	Ildizning chuqurlashishi, suvni samarali olish, mexanik barqarorlik, o`simlikning barqarorligi.
Ochiq urug`li va ikki pallali o`simliklar	Peritsikl ko`p qatlamli bo`lib, yon ildizlar, kambiy va fllogen hosil bo`ladi, ikkilamchi o`shish rivojlanadi.	Ikkilamchi o`shish, mexanik mustahkamlik, ildizning qalinlashuvi, og`ir sharoitlarga chidamlilik.

Periblemadan tirik, yupqa po`stli parenxima hujayralaridan tashkil topgan birlamchi po`stloq hosil bo`ladi. U uch qismdan: **ekzoderma**, **mezoderma**, va **endoderma**dan iborat.

**Ekzoderma** – bir yoki bir nechta qatlamli hujayralardan tashkil topib, rizoderma ostida joylashadi. Dastlab ular zich joylashgan parenxima hujayralari bo`ladi, keyinchalik hujayra devorida **suberin** modda to`planadi. Ular tirikligicha saqlanadi. Ekzoderma endodermaga o`xshash bo`lib, oziq moddalarning harakatini ta'minlovchi **o`tkazuvchi hujayralarni** ham o`z ichiga oladi. Tiriklikni yo`qotgach, hujayra devori po`kaklanadi va himoya vazifasini bajaradi.

Ekzoderma bir pallali o`simliklarda aniq ko`rinadi, chunki ularda ildizning birlamchi tuzilishi uzoq muddat saqlanadi. Ikki pallali va ochiq urug`lilarda kambiy tez hosil bo`lib, po`stloq yo`qoladi va uning o`rnini **periderma** egallaydi.

**Mezoderma** – bir nechta qatlamli parenxima hujayralaridan iborat bo`lib, ekzoderma va endoderma orasida joylashgan. Uning chekka hujayralari mayda, markazidagi hujayralari yirik va ular orasida bo`shliqlar hosil bo`ladi. Bu bo`shliqlar **aerenxima** to`qimalarini vujudga keltiradi, ular orqali havo va gazlar ildizga yetib boradi. Aerenxima botqoqlik o`simliklarida, masalan, nilufar ildizlarida kuzatiladi.

Aerenxima hujayralari novda va barglardagi hujayralar bo`shliqlari bilan bir tizim hosil qilib, botqoqlik o`simliklarda kislorodni ildizga yetkazadi. Aerenxima devorlari yupqa va egiluvchan bo`lgani uchun yonida mustahkamlovchi **sklarenxima** to`qimasi rivojlanadi.

Ildizning po`stloq parenxima hujayralarida turli moddalarning sintezi va to`planishi sodir bo`ladi. Ushbu moddalardan rizoderma va boshqa to`qimalar oziqlanadi.

Daraxt, buta va o't o'simliklari ildiz po'stlog'ida zamburug`lar yashab, **mikoriza** hosil qiladi (yun. *mykes* – zamburug`, *rhiza* – ildiz).

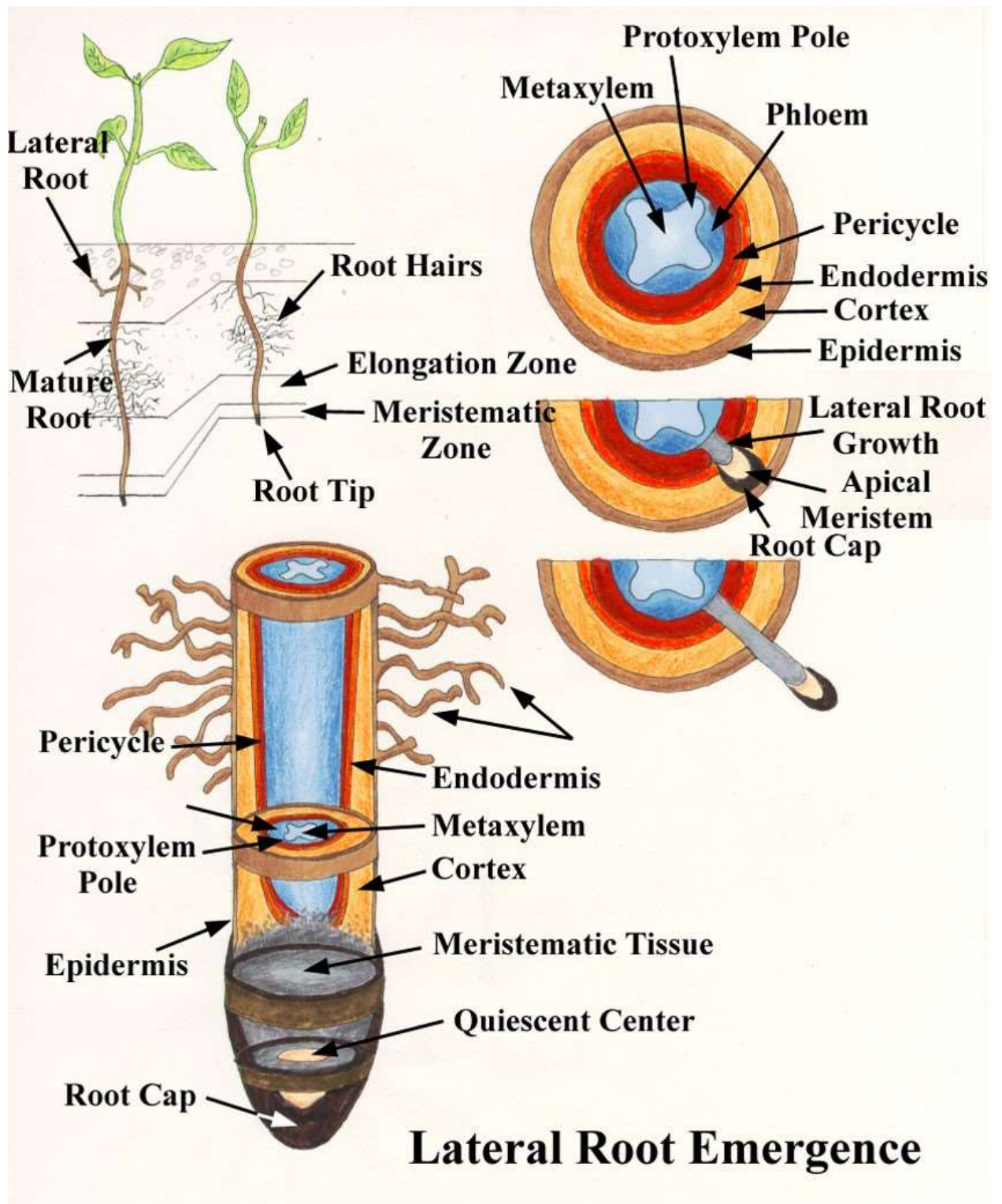
**Endoderma** – birlamchi po'stloqning ichki qatlami bo'lib, zich joylashgan tirik parenxima hujayralaridan iborat. Uning vazifasi – mezodermadan kelayotgan moddalarni markaziy silindrga – **stelga** yo'naltirish.

Ontogenez jarayonida endoderma hujayralari bir qatorda (ba'zida ikki qatorda) joylashadi va yupqa po'stli bo'lib, **Kaspar halqasi** hosil qiladi. Bu halqalar ko'pchilik o'simliklarda uchraydi, faqat plavunlarda yo'q. Ba'zi o'simliklarda endoderma rivojlanishning ikkinchi bosqichiga o'tib, hujayra devorining ichki tomonida selluloza va suberindan iborat qalin qatlam hosil qiladi. Bu qatlam yon ildizlar zonalarida aniq ko'rinadi.

Ildizning ksilema guruhlariga qarshi joylashgan endoderma hujayralari qalinlashmaydi, ular **o'tkazuvchi hujayralar** sifatida saqlanib qoladi. Aynan shu hujayralar moddalarning po'stloqdan markazga va aksincha harakatida muhim rol o'ynaydi.

Rivojlanishning uchinchi bosqichida endoderma hujayralarining devorlari notekis qalinlashadi, yog'ochlanish sodir bo'ladi. Natijada ular himoya va mexanik mustahkamlovchi vazifalarni bajaradi. Bir pallali o'simliklarda ikki lamchi tuzilma bo'lmaganligi sababli, endoderma uzoq saqlanadi va rivojlanishning uchinchi bosqichini ham o'tadi.

**Markaziy silindr** – **pleromadan** hosil bo'lib, u asosan **peritsikl** va o'tkazuvchi tizimdan (birlamchi va ikkilamchi ksilema, floema) iborat.



**Peritsikl** (yunoncha "peri" — yonida, "cyklos" — halqa) — yosh ildizlarda (boʻlinuvchi zonada) vaqtincha meristema vazifasini bajaruvchi (endoderma ostida joylashgan) tirik hujayralar boʻlib, markaziy silindrni oʻrab turadi.

Yopiq urugʻli oʻsimliklarda peritsikl asosan bir pallali (masalan, gʻalla, agava, dratsena)larda, baʼzan ikki pallalilarda (masalan, shofek, kashtan, tol, karkas) hamda ochiq urugʻlilarda bir nechta qatlamli hujayralardan iborat boʻladi. Suvda oʻsuvchi va parazit oʻsimliklarda peritsikl uchramaydi. Ildizning boshlangʻich tuzilishi davrida aynan peritsikldan barcha yon ildizlar shakllanadi. Ikki pallali oʻsimliklarda

ildizning ikkilamchi tuzilishi davrida peritsikl kambiy bilan tutashadi va ildiz nurlarining, hamda yo'g'onlashgan ildizlarda fellogen hosil bo'lishida faol ishtirok etadi.

Ba'zan peritsikl hujayralarining aylana bo'ylab qalinligi bir xil bo'lmaydi. Masalan, yong'oq va ayrim g'alladoshlarda peritsikl ko'p qatlamli bo'lib, ksilema esa floema nurlariga qarama-qarshi joylashadi va uziladi, shuning uchun protoksilema endodermaga tutashadi. Peritsikl hujayralarida smola va moy yo'llari bo'lishi mumkin. Ba'zi o'simliklarda esa peritsikl hujayralari devorlari qalinlashib, yog'ochlashadi va mustahkamlovchi vazifani bajaradi.

Markaziy silindr asosan o'tkazuvchi naychalardan tashkil topgan bo'lib, shu sababli u stela deb ataladi. Stela pleromadan rivojlanadi. Stelaning tashqi qavati peritsikl (yunoncha "peri" — yonida, "cyklos" — halqa)dan hosil bo'ladi. Uning hujayralari uzoq vaqtgacha meristema xususiyatini saqlaydi. Peritsikl hujayralarining bo'linishi natijasida yon ildizlar hosil bo'ladi. Peritsikl ostida prokambiy hosil bo'lib, boshlang'ich o'tkazuvchi to'qimaga aylanadi. O'tkazuvchi to'qima floema va ksilemadan iborat. Floema ksilemadan oldin rivojlanadi; dastlab peritsikl yaqinida yo'ldosh hujayralar bilan birga elaksimon bo'lmagan naylar paydo bo'ladi va protofloema hosil bo'ladi. Keyinchalik floema elementlari (yo'ldosh hujayralar va elaksimon naylar) ildizning markaziga yaqin joyda shakllanadi va metafloema rivojlanadi. Protofloema va metafloema birgalikda birlamchi floemani tashkil etadi.

Floemaning ksilemadan avval hosil bo'lishiga asosiy sabab shundaki, ildiz apiksi (uch qismi)dagi meristema hujayralari faoliyati uchun zarur bo'lgan plastik moddalarni o'tkazib beradi.

Ildiz apikidan uzoqroqda ksilema shakllanadi. Uning birinchi elementi (protoksilema) o'sish zonasida hosil bo'ladi. Bu hujayralar cho'zilish xususiyatiga ega bo'lib, shuning uchun halqasimon, spiral shaklli va nuqtali qalinlashgan devorlari bo'lgan traxeidlar (naycha yoki traxeid) ko'rinishida bo'ladi. Ildizning bo'yiga cho'zilishi to'xtaganda ular to'rsimon yoki po'rali shaklga ega bo'ladi.

O'tkazuvchi nay to'plamlari shakllangach, birlamchi ksilema yulduzsimon ko'rinishda joylashadi. Ksilema nurlari orasida navbati bilan floema shakllanadi. Yulduzsimon ksilema nurlari soni turlicha bo'ladi: diark — ikki nurli, triark — uch nurli, poliark — ko'p nurli.

**Ildizning ikkilamchi tuzilishi.** Ildiz o'sishi natijasida uning boshlang'ich tuzilishi o'zgarib, ikkilamchi tuzilishga o'tadi. Bu jarayon kambiy hosil bo'lishi bilan boshlanadi. Kambiy floema va ksilema tolalari orasida, asosiy parenxima to'qimasining ichki (markazga yaqin) tomonida, floema to'plamlaridan ajralib chiqqan qismlarida paydo bo'ladi. Bu hujayralar bo'linib, ikkilamchi ksilemani hosil qiladi. Ksilema nurining ichida joylashgan peritsikl va parenxima hujayralari natijasida paydo bo'lgan kambiy yoylari birlashib, kambiy halqasini hosil qiladi.

Kambiy halqasi tashqariga ikkilamchi floema, ichkariga esa ikkilamchi ksilema hosil qiladi. Kambiy halqasi hosil bo'lgach, ikkilamchi floema chetga suriladi, ksilema esa markaziy qismda joylashadi va tez rivojlanadi. Agar bu jarayon uzoq davom etsa, ildiz ancha yo'g'onlashadi. Ammo ildizda, poyadagi kabi davriy o'sish halqalarini aniq ajratish qiyin.

Ikkilamchi tuzilish davrida boshlang'ich po'stloq — eksoderma (epiblema) yemiriladi, o'rniga ikkilamchi po'stloq — periderma (fellik kambiy, ya'ni fellogen) hosil bo'ladi. Fellogen hujayralari ichki qavatdan fellodermeni, tashqi qavatdan esa fellem (qoraygan po'st)ni hosil qiladi. O'tkazuvchi to'qima hujayralarida ham differensiyatsiya yuz beradi. Ikkilamchi ksilema orasida kundalik joylashgan radial nurlar, kollateral tolalar bilan almashinadi.

Ildizning ikkilamchi tuzilishi ochiq urug'li va ikki pallali o'simliklarga xos bo'lib, bir pallali va soxta kapalakdosh (kirkkuloksimon)larda esa birlamchi tuzilishda qoladi.

Ildizning tuzilishiga javobgar genlar va ularning seleksiyadagi o'rne (**Botanika, genetika va seleksiya fanlarining integratsiyasi**)

Ildizning tuzilishi va uning evolyutsiyasiga javobgar genlar o'simliklarning suv, oziq moddalarini so'rishi, mexanik barqarorlikni ta'minlash va boshqa ekologik sharoitlarga moslashishi uchun juda muhimdir. Ildiz tuzilishidagi o'zgarishlar va uning diversifikatsiyasi seleksiya jarayonida katta rol o'ynaydi.

#### **Ildiz tuzilishiga javobgar genlar:**

1. **SLR1 (SINGLE-LEAF ROOT 1):** Bu gen ildizning o'sishiga va turlarini shakllantirishga ta'sir qiladi. O'simliklarning ildiz tizimi shakli (masalan, bosh ildizning uzunligi yoki yon ildizlar soni) shu gen tomonidan boshqariladi.
2. **ARF (Auxin Response Factor):** Auxin gormonlari ildizning o'sishi va tarmoqni shakllantirishda asosiy rol o'ynaydi. ARF genlari bu gormonlarga javob beradi va ildiz tizimi rivojlanishini boshqaradi.
3. **LBD (LATERAL ORGAN BOUNDARIES DOMAIN):** Bu genlar ildizning yon tarmoqlarining shakllanishiga mas'uldir. Ular ildizning qatorli tizimini yaratishda muhimdir va ildizning ko'p sonli yon ildizlarni shakllantiradi.
4. **RBR (RETINOBLASTOMA RELATED):** Bu gen ildiz va o'simlikning boshqa qismlarida hujayra bo'linishi va diferensatsiyasiga ta'sir qiladi. RBR geni ildizning o'sish va rivojlanishining muhim regulatori hisoblanadi.
5. **WUSCHEL (WUS):** Bu gen ildizning o'simlikdagi meristemalarni boshqaradi va uning o'sishining davomiyligini ta'minlaydi.

## **Seleksiya jarayonidagi roli:**

Seleksiya jarayonida bu genlar orqali o'simliklar o'zlarining yashash muhitiga moslashishadi. Ildiz tuzilishining optimallashtirilishi o'simliklar uchun quyidagi afzalliklarni beradi:

1. **Suvni va oziq moddalarning samarali so'rilishi:** Ildiz tuzilishi, masalan, ildiz tarmog'ining chuqurligi va kengligi, o'simlikning suv va oziq moddalarni samarali so'rishini ta'minlaydi. Bu, ayniqsa, qurg'oqchil sharoitlarda selektiv bosimni kamaytiradi.
2. **Mexanik barqarorlik:** Ildiz tuzilishi o'simlikning tuproqqa yanada mustahkam o'rnavishiga yordam beradi, bu esa kuchli shamollar yoki erning harakatiga qarshi turish imkoniyatini beradi.
3. **Mutatsiyalar va adaptatsiya:** Ildiz tizimi genlaridagi mutatsiyalar selektiv bosim natijasida yuzaga kelishi mumkin. Misol uchun, qurg'oqchil hududlarda ildiz tizimining chuqurlashishi yoki suvlarga boy hududlarda ildizning ko'p sonli tarmoqlarini shakllantirishga moyil bo'lgan o'zgarishlar bo'lishi mumkin.
4. **Uzoq muddatli moslashuv:** Ildiz tuzilishi va unga ta'sir qiluvchi genlar o'simlikning uzoq muddatli ekologik sharoitlarda muvaffaqiyatli o'sishiga yordam beradi. Bu seleksiya jarayonida ko'proq omon qolgan va ko'paygan individual o'simliklar seleksiyasiga olib keladi.

Shunday qilib, ildiz tuzilishiga javobgar genlar seleksiyaning ekologik sharoitlarga moslashish jarayonida muhim rol o'ynaydi, bu esa o'simliklarning samarali rivojlanishi va ularning yashash muhitiga moslashishiga yordam beradi.