

Augu kontroles mehānismi



Hormoni

Vielas, kas sintezējas vienā organisma daļā un pārvietojas uz citu, kur tās noteiktās šūnās un audos izraisa atbildes reakcijas

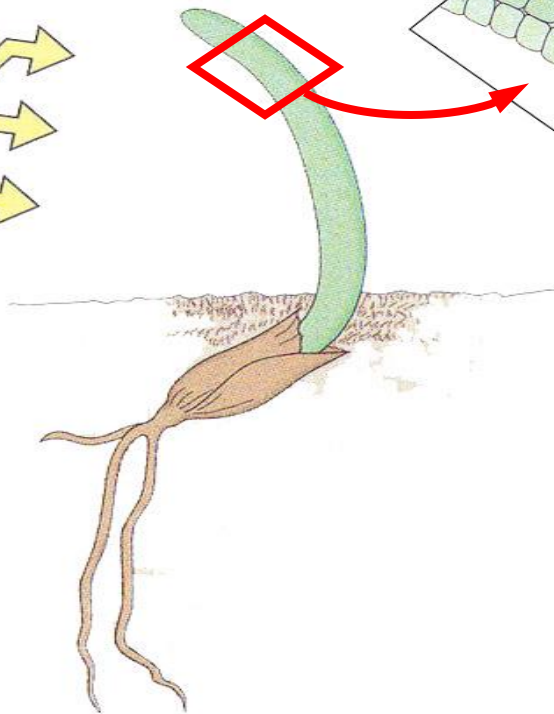
Fitohormoni

[gr. *phyton* - augs, *hormone* - izraisīt]

Ķīmiskie signāli, kas koordinē augu šūnu, audu un orgānu mijiedarbību

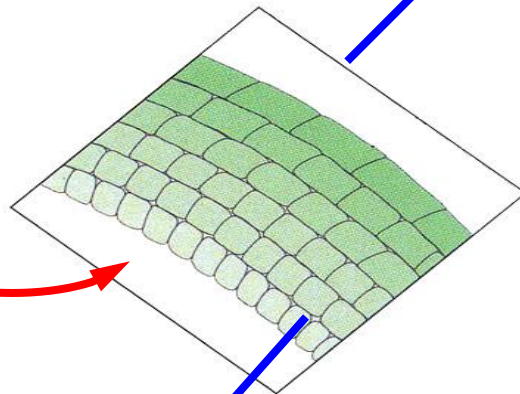
Fototropisma pamatmehānisms

Gaisma

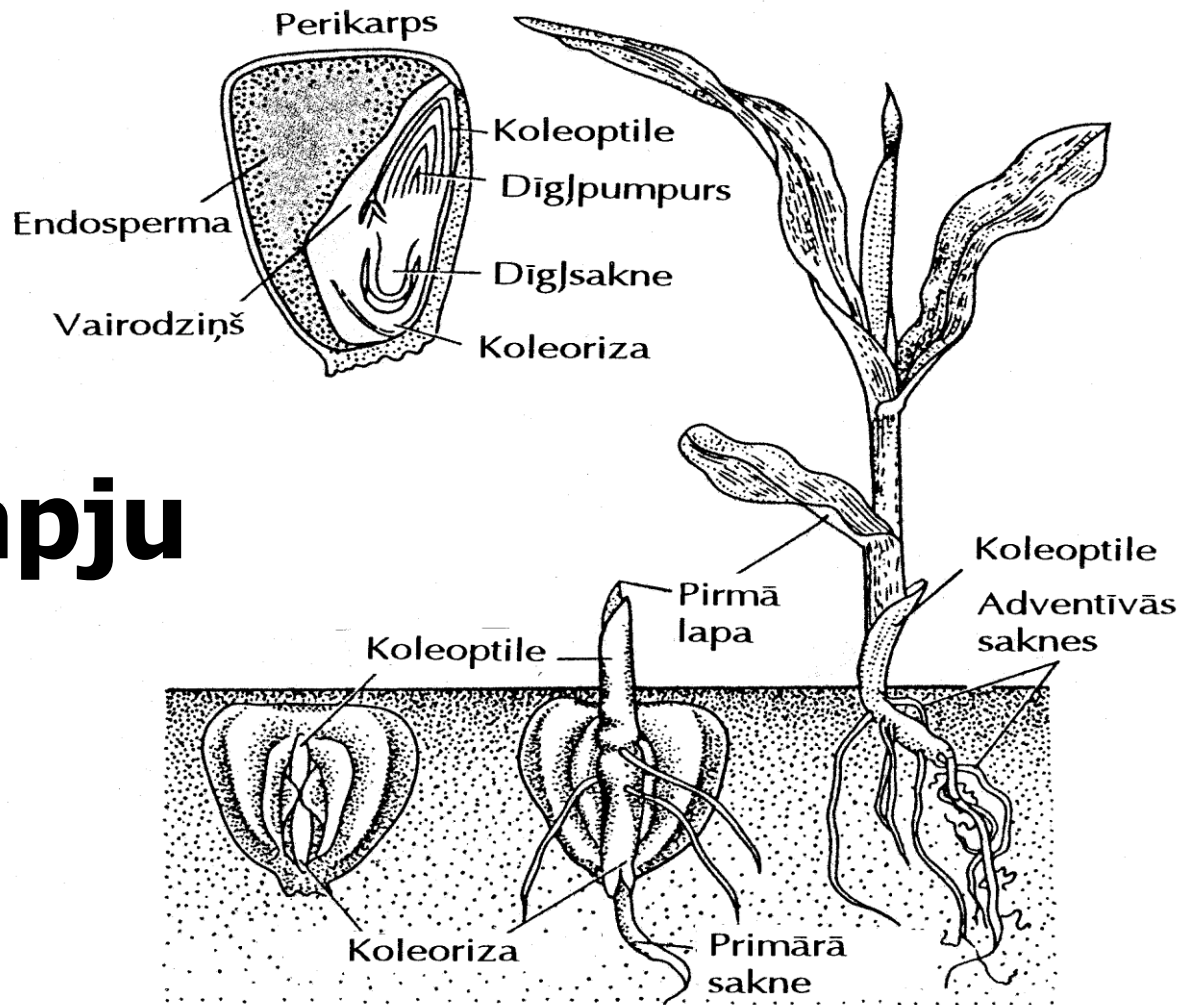


Neapgaismotā puse

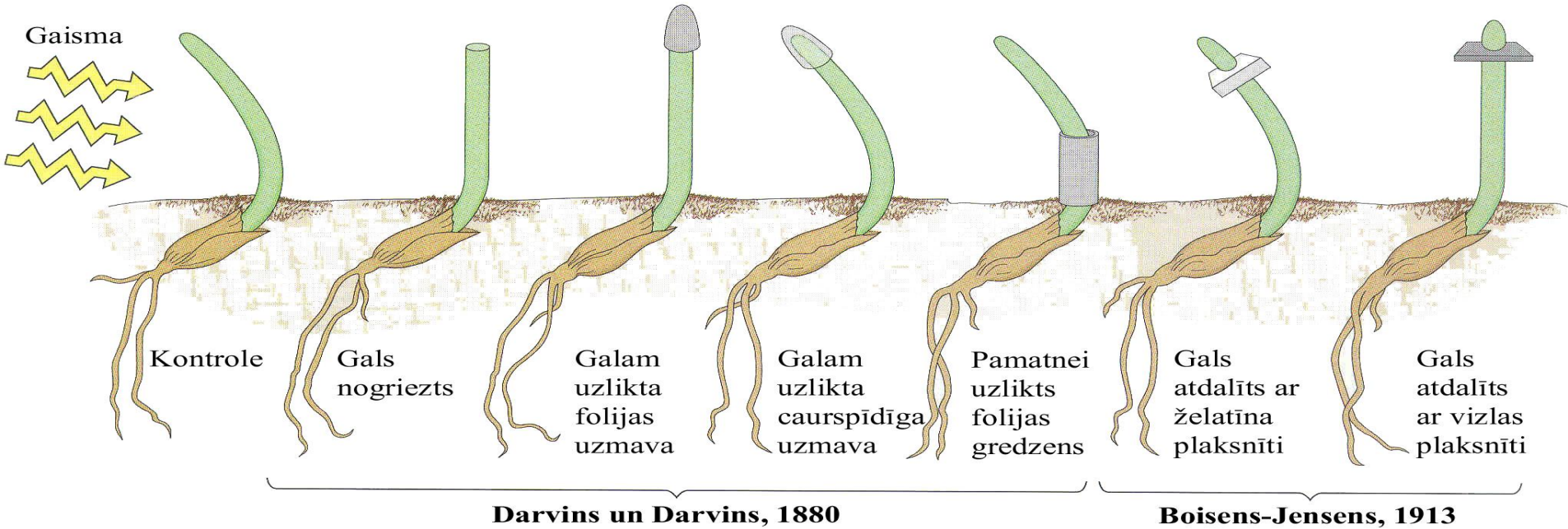
Apgaismotā puse



Viendīgļlapju dīgšana



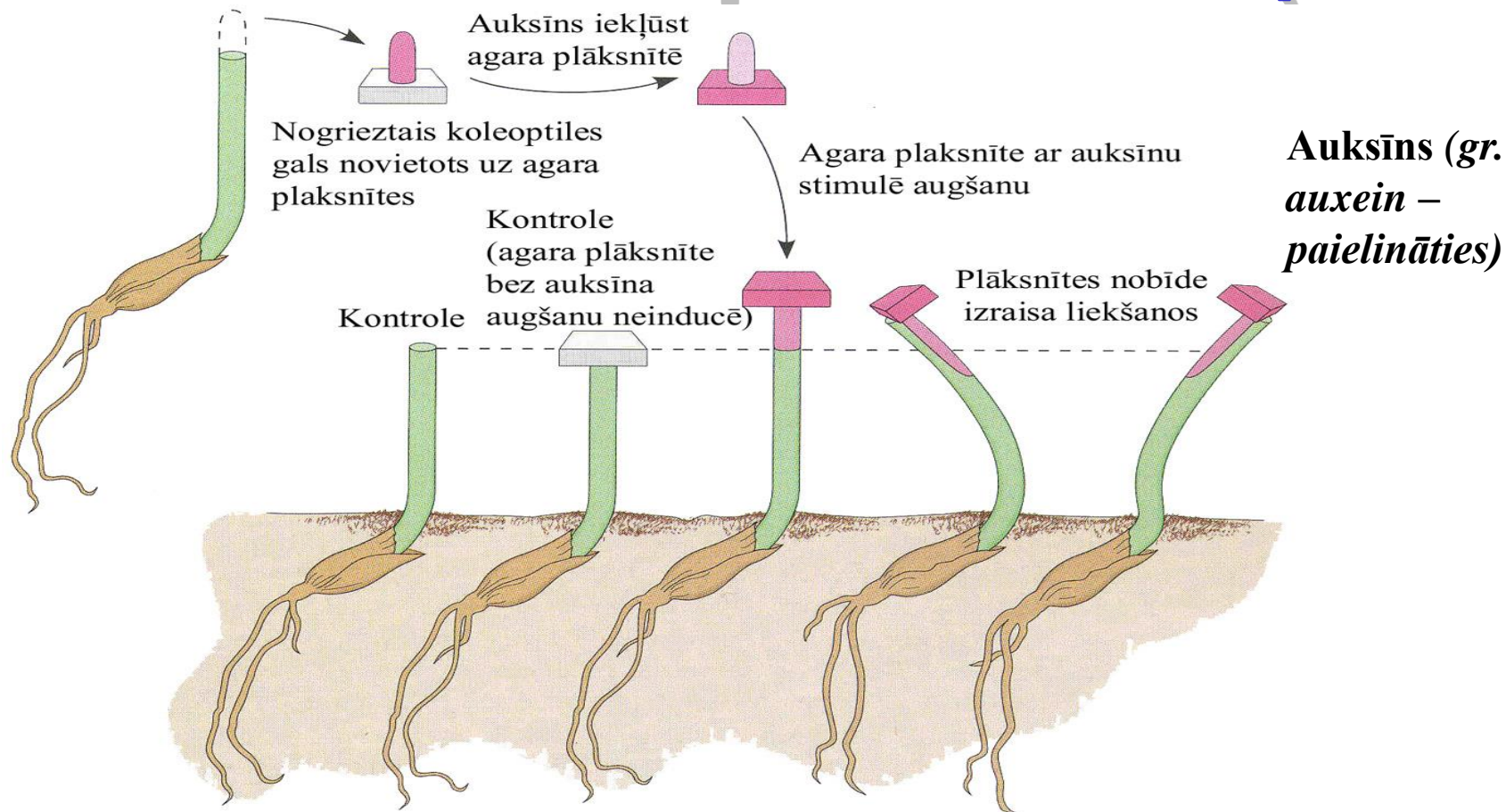
Agrīnie fototropisma eksperimenti



**Koleoptiles gals ir atbildīgs
par gaismas jutību**

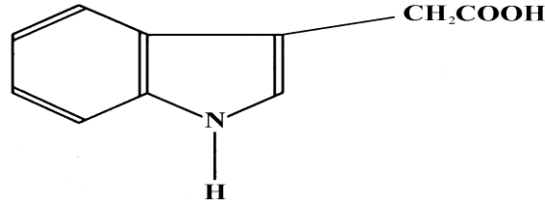
**Signāls ir mobila
viela**

F.V.Venta eksperimenti (1926)



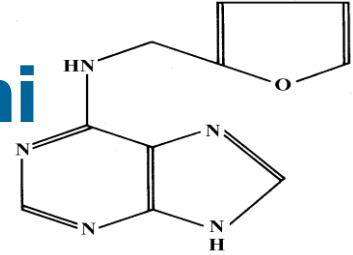
Fitohormoni

Auksīni



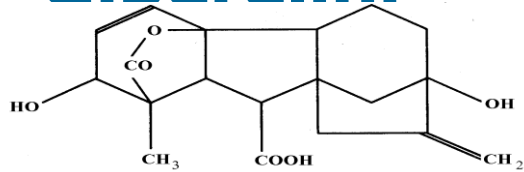
Heteroauksīns

Citokinīni



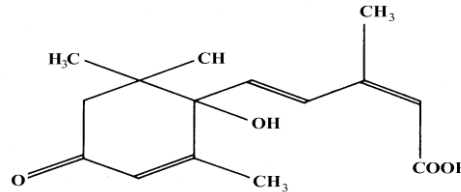
Kinetīns

Giberelīni

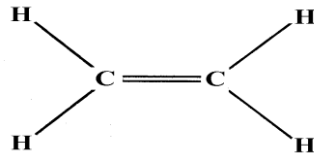


Giberelskābe GA₃

Abscizskābe

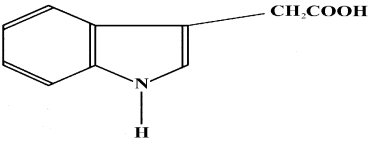
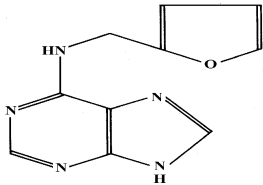
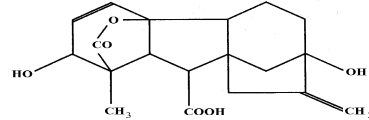
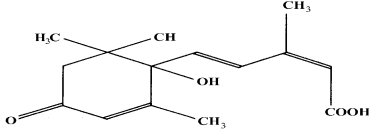
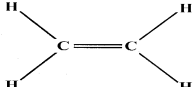


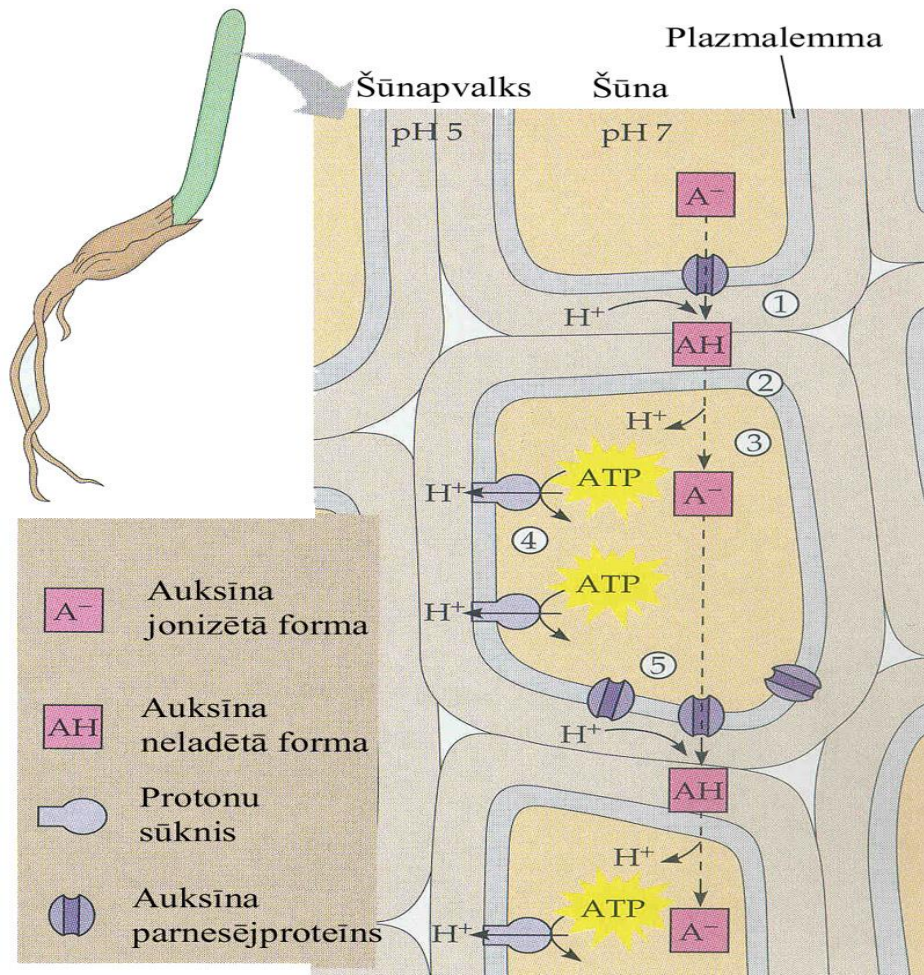
Etilēns



Citi

- Brasinosteroīdi
- Strigolaktoni
- Jasmonāti

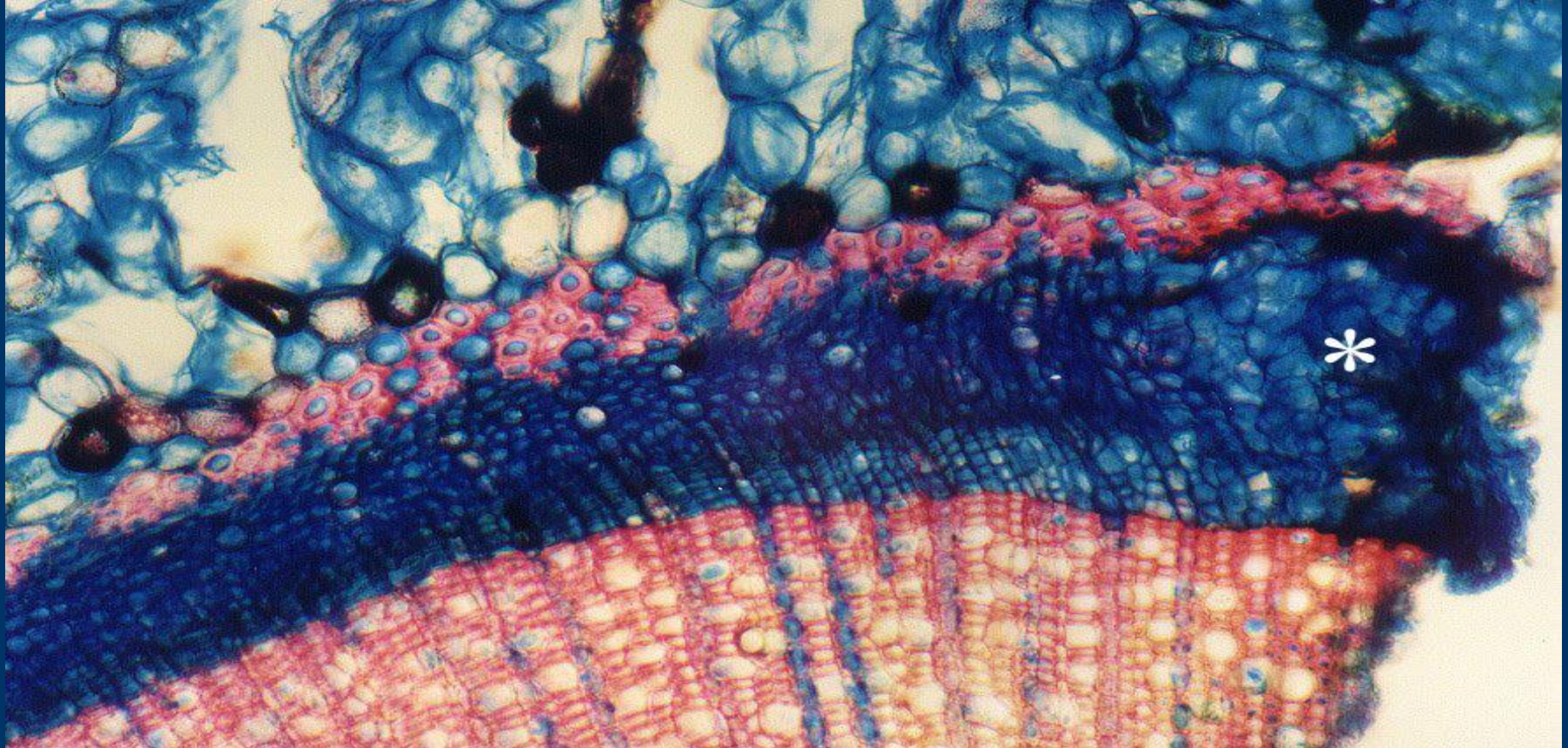
Fitohormons	Sintēzes vai atrašanās vieta augā	Galvenās funkcijas
<p data-bbox="79 60 440 88">Auksīni (heteroauksīns)</p> 	<p data-bbox="647 60 1199 121">Sēklas dīgļi, apikālās meristēmas, jaunas lapas</p>	<p data-bbox="1226 60 1889 186">Stimulē vasas stiepšanos, sakņu augšanu, diferenciāciju, zarošanos, augļu attīstību. Regulē apikālo dominēšanu, fototropismu un gravitropismu.</p>
<p data-bbox="79 271 388 300">Citokinīni (kinetīns)</p> 	<p data-bbox="647 271 1199 333">Sintezējas saknēs un tiek transportēti uz citām auga daļām</p>	<p data-bbox="1226 271 1889 394">Ietekmē sakņu augšanu un diferenciāciju; stimulē šūnu dalīšanos un augšanu, sēklu dīgšanu, augu ziedēšanu, kavē augu novecošanu</p>
<p data-bbox="79 526 533 554">Giberelīni (giberelskābe GA₃)</p> 	<p data-bbox="647 526 1199 587">Sakņu un vasas apikālās meristēmas, jaunas lapas, dīgļi</p>	<p data-bbox="1226 526 1889 653">Veicina sēklu un pumpuru dīgšanu, vasas stiepšanos garumā, lapu augšanu; stimulē ziedēšanu un augļu attīstību; regulē sakņu augšanu un diferenciāciju.</p>
<p data-bbox="79 715 272 743">Abscizskābe</p> 	<p data-bbox="647 715 1174 743">Lapās, stumbros, negatavos augļos</p>	<p data-bbox="1226 715 1889 776">Kavē augšanu; ūdens stresa laikā aizver atvārsnītes; nodrošina miera periodu.</p>
<p data-bbox="79 889 189 918">Etilēns</p> 	<p data-bbox="647 889 1199 983">Augļos to nogatavošanās laikā, stumbru mezglos, vecās lapās un ziedos</p>	<p data-bbox="1226 889 1889 1016">Veicina augļu nogatavošanos; darbojas pretim dažām auksīnu darbības izpausmēm, atkarībā no sugas veicina vai kavē sakņu, lapu, ziedu augšanu un attīstību.</p>



Aukšņa polārais transports: hemiosmotisks modelis. Augošos dzinumos aukšņš pārvietojas tikai vienā virzienā – no dzinuma galotnes uz pamatni. Pārvietojoties aukšņš iekļūst šūnā tās apikālajā galā, izkļūst no tās bazālajā galā, difundē caur šūnapvalku un nākamajā šūnā atkal iekļūst caur apikālo galu. Aukšņa transportu veicina pH vērtības atšķirība starp šūnapvalku (pH5) un citoplazmu (pH7). Šūnas daļā ar vērtību pH7 aukšņš veido anjona formu.

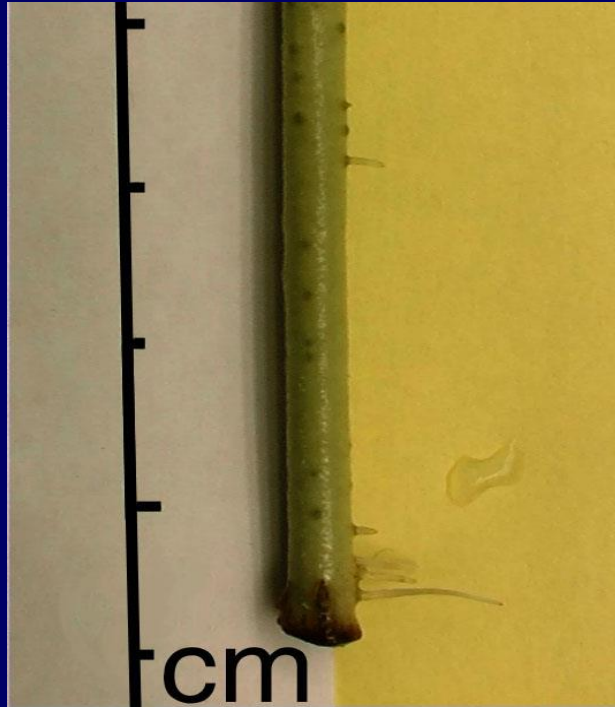
1. Aukšņam iekļūstot šūnapvalka skābajā vidē, tā molekula pievieno ūdeņraža jonu un kļūst elektriski neitrāla.
2. Aukšņš kā salīdzinoši maza, neitrāla molekula, šķērso plazmalemmu.
3. Iekļūstot šūnā, vidē ar vērtību pH7 aukšņš jonizējas. Tas fitohormonu īslaicīgi piesaista šūnai, jo plazmalemma ir mazāk caurlaidīga joniem, nekā tāda paša izmēra neitrālām molekulām.
4. Protonu sūkņi, ko ar enerģiju nodrošina ATP, uztur pH vērtības gradientu starp šūnas iekšpusi un ārpusi.
5. Aukšņš no šūnas var izkļūt tikai bazālajā galā, kur membrānā ir lokalizēti specifiski pārnēsējproteīni. Protonu sūkņi veicina šo aukšņa noplūdi, radot transmembrānu elektrisko potenciālu, kas savukārt veicina anjona transportu no šūnas. Šūnapvalka skābajā vidē aukšņš atkal saista ūdeņraža jonu un nākamajā šūnā iekļūst kā elektriski neitrāla molekula.

Auksīna izraisīta pastiprināta šūnu dalīšanās *Rhododendron* potējuma griezuma vietā pie kambija * - primārais kalluss



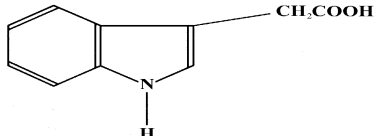
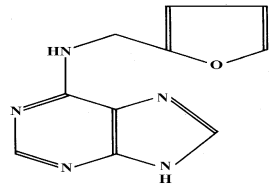
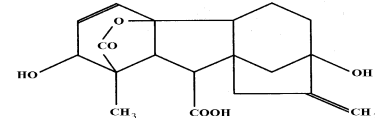
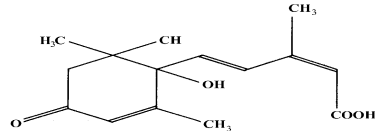
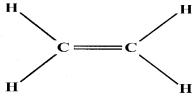
Adventīvo sakņu veidošanās dārza pupiņu *Phaseolus vulgaris* spraudeņiem

Kontrolē (H_2O)

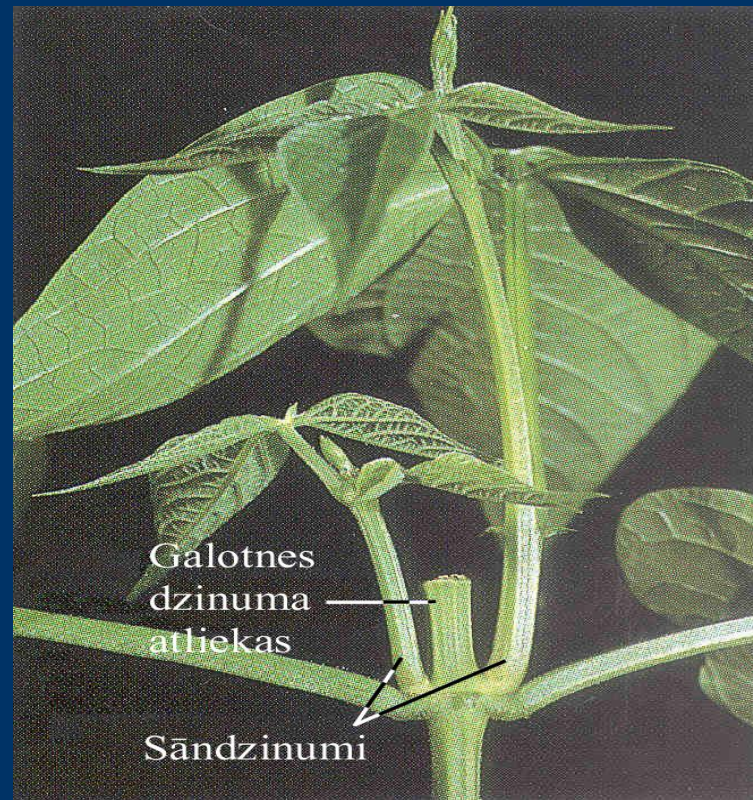
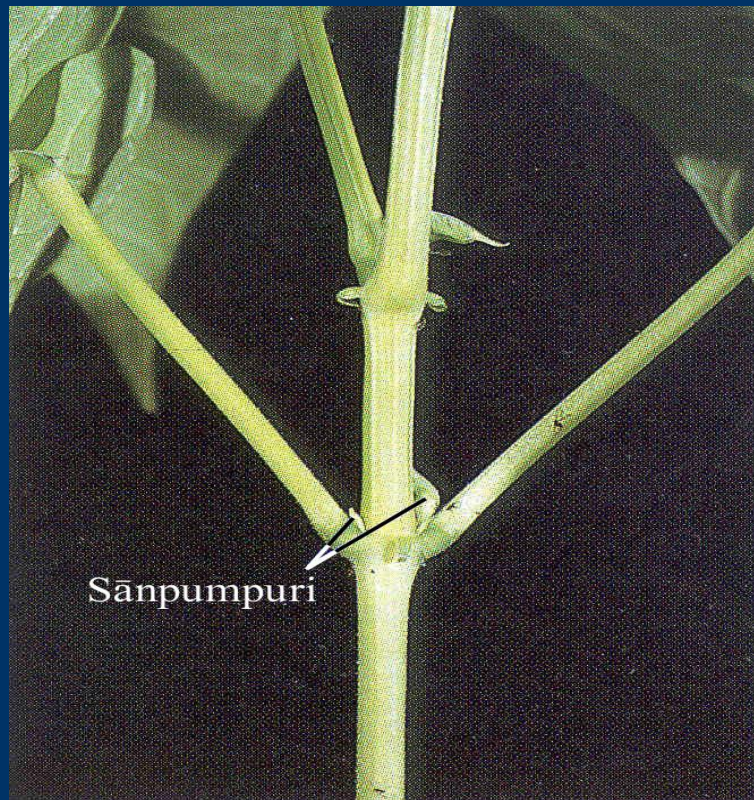


ISS (50 mg L^{-1})

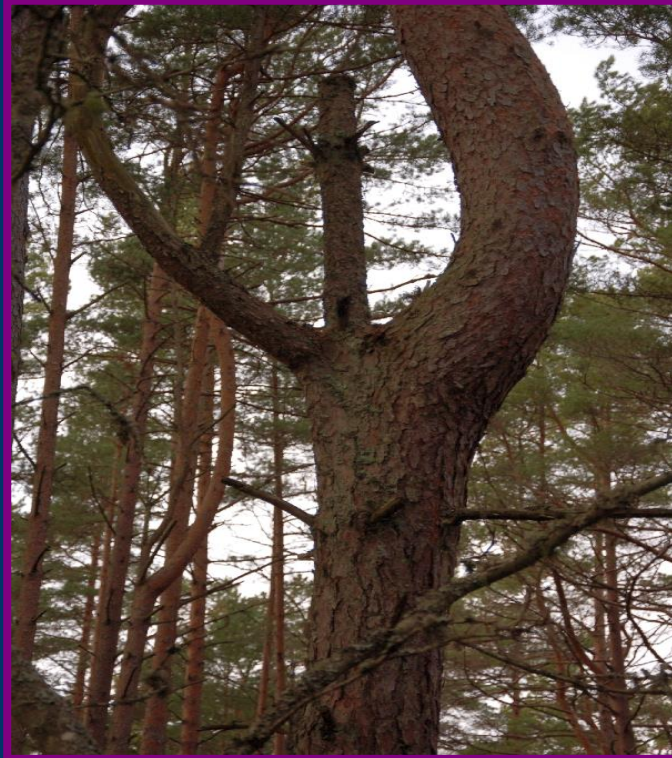


Fitohormons	Sintēzes vai atrašanās vieta augā	Galvenās funkcijas
<p data-bbox="79 61 446 88">Auksīni (heteroauksīns)</p> 	<p data-bbox="645 61 1201 121">Sēklas dīgļis, apikālās meristēmas, jaunas lapas</p>	<p data-bbox="1224 61 1883 186">Stimulē vasas stiepšanos, sakņu augšanu, diferenciāciju, zarošanos, augļu attīstību. Regulē apikālo dominēšanu, fototropismu un gravitropismu.</p>
<p data-bbox="79 268 388 295">Citokinīni (kinetīns)</p> 	<p data-bbox="645 268 1201 328">Sintezējas saknēs un tiek transportēti uz citām auga daļām</p>	<p data-bbox="1224 268 1883 394">Ietekmē sakņu augšanu un diferenciāciju; stimulē šūnu dalīšanos un augšanu, sēklu dīgšanu, augu ziedēšanu, kavē augu novecošanu</p>
<p data-bbox="79 527 533 554">Giberelīni (giberelskābe GA₃)</p> 	<p data-bbox="645 527 1201 587">Sakņu un vasas apikālās meristēmas, jaunas lapas, dīgļis</p>	<p data-bbox="1224 527 1883 653">Veicina sēklu un pumpuru dīgšanu, vasas stiepšanos garumā, lapu augšanu; stimulē ziedēšanu un augļu attīstību; regulē sakņu augšanu un diferenciāciju.</p>
<p data-bbox="79 716 272 743">Abscizkābe</p> 	<p data-bbox="645 716 1170 743">Lapās, stumbros, negatavos augļos</p>	<p data-bbox="1224 716 1883 776">Kavē augšanu; ūdens stresa laikā aizver atvārsnītes; nodrošina miera periodu.</p>
<p data-bbox="79 891 185 918">Etilēns</p> 	<p data-bbox="645 891 1201 983">Augļos to nogatavošanās laikā, stumbru mezgļos, vecās lapās un ziedos</p>	<p data-bbox="1224 891 1883 1016">Veicina augļu nogatavošanos; darbojas pretim dažām auksīnu darbības izpausmēm, atkarībā no sugas veicina vai kavē sakņu, lapu, ziedu augšanu un attīstību.</p>

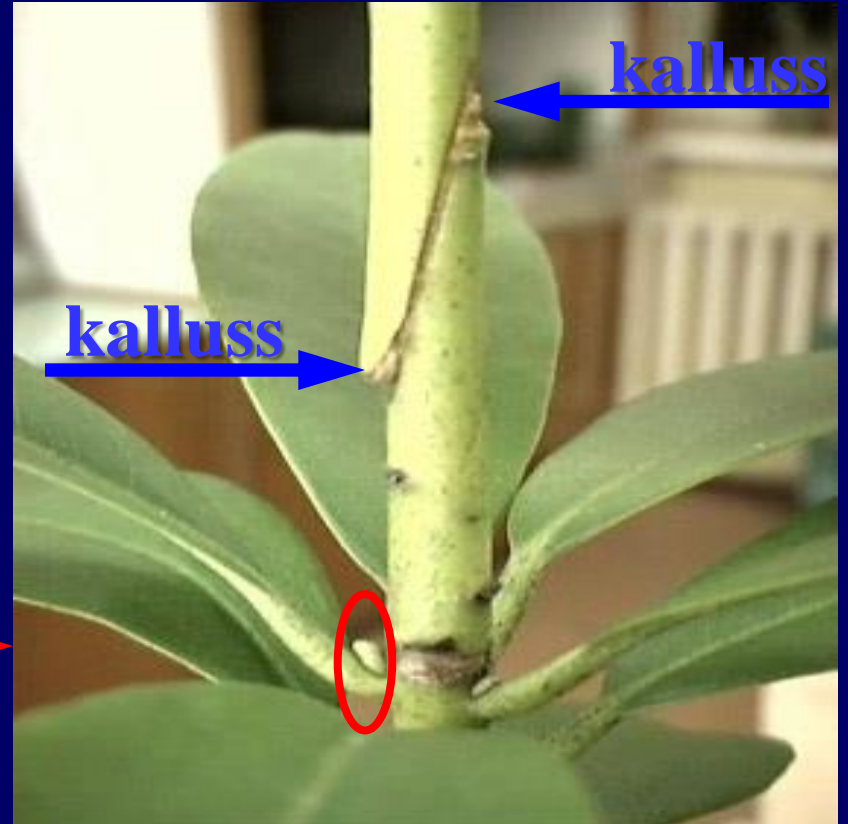
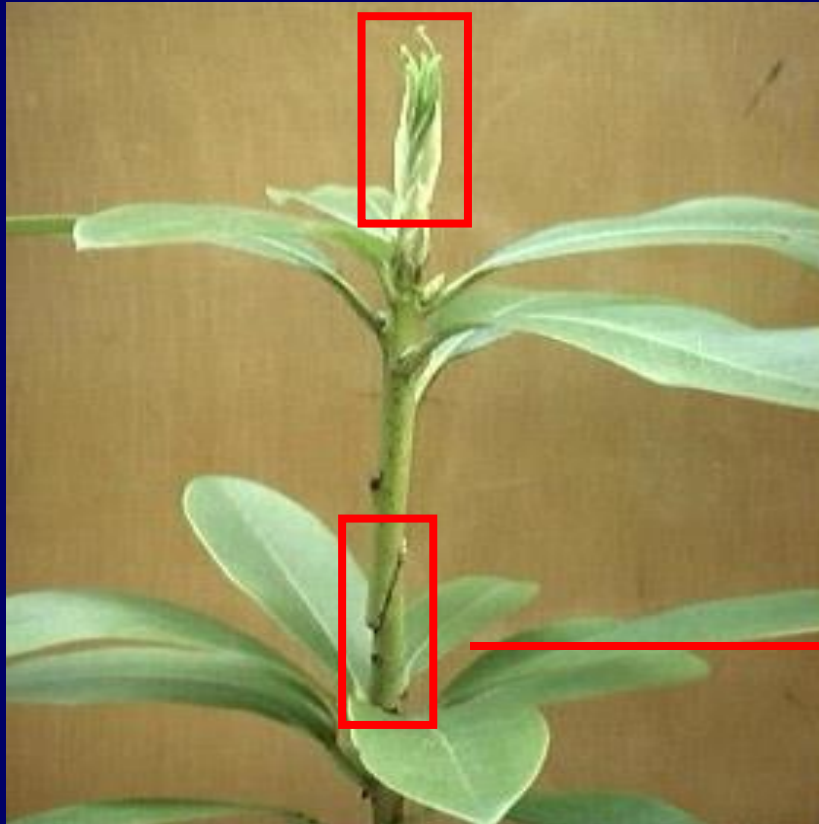
Citokinīnu un auksīnu līdzsvara ietekme uz apikālo dominēšanu



Citokinīnu un auksīnu līdzsvara ietekme uz apikālo dominēšanu



Izteikta apikālā dominēšana potējuma saaugšanas gadījumā

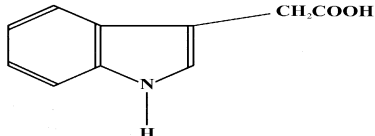
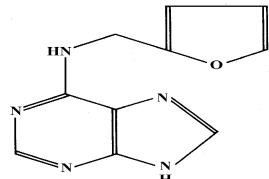
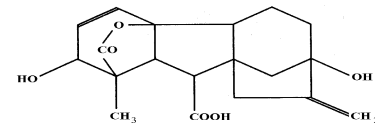
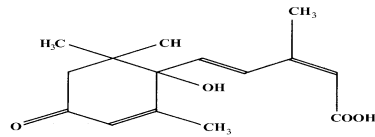
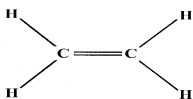


Nomākta apikālā dominēšana



Apikālās dominēšanas nomākšana praksē



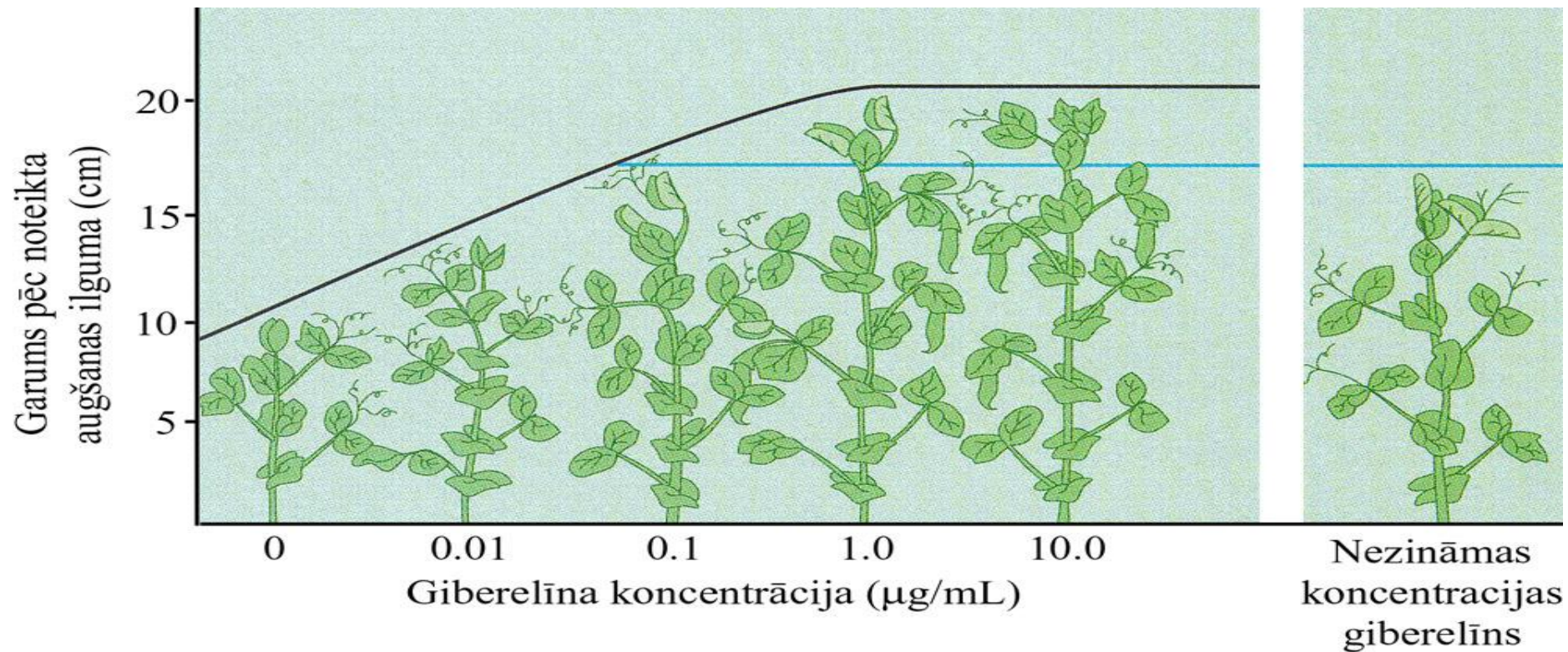
Fitohormons	Sintēzes vai atrašanās vieta augā	Galvenās funkcijas
<p data-bbox="79 61 440 88">Auksīni (heteroauksīns)</p> 	<p data-bbox="645 61 1201 121">Sēklas dīgļi, apikālās meristēmas, jaunas lapas</p>	<p data-bbox="1224 61 1879 186">Stimulē vasas stiepšanos, sakņu augšanu, diferenciāciju, zarošanos, augļu attīstību. Regulē apikālo dominēšanu, fototropismu un gravitropismu.</p>
<p data-bbox="79 268 388 295">Citokinīni (kinetīns)</p> 	<p data-bbox="645 268 1201 328">Sintezējas saknēs un tiek transportēti uz citām auga daļām</p>	<p data-bbox="1224 268 1879 394">Ietekmē sakņu augšanu un diferenciāciju; stimulē šūnu dalīšanos un augšanu, sēklu dīgšanu, augu ziedēšanu, kavē augu novecošanu</p>
<p data-bbox="79 523 533 550">Giberelīni (giberelskābe GA₃)</p> 	<p data-bbox="645 523 1201 583">Sakņu un vasas apikālās meristēmas, jaunas lapas, dīgļi</p>	<p data-bbox="1224 523 1879 648">Veicina sēklu un pumpuru dīgšanu, vasas stiepšanos garumā, lapu augšanu; stimulē ziedēšanu un augļu attīstību; regulē sakņu augšanu un diferenciāciju.</p>
<p data-bbox="79 719 272 746">Abscizskābe</p> 	<p data-bbox="645 719 1176 746">Lapās, stumbros, negatavos augļos</p>	<p data-bbox="1224 719 1879 779">Kavē augšanu; ūdens stresa laikā aizver atvārsnītes; nodrošina miera periodu.</p>
<p data-bbox="79 891 185 918">Etilēns</p> 	<p data-bbox="645 891 1201 983">Augļos to nogatavošanās laikā, stumbru mezglos, vecās lapās un ziedos</p>	<p data-bbox="1224 891 1879 1016">Veicina augļu nogatavošanos; darbojas pretim dažām auksīnu darbības izpausmēm, atkarībā no sugas veicina vai kavē sakņu, lapu, ziedu augšanu un attīstību.</p>

“Trako dzinumu” slimība rīsiem

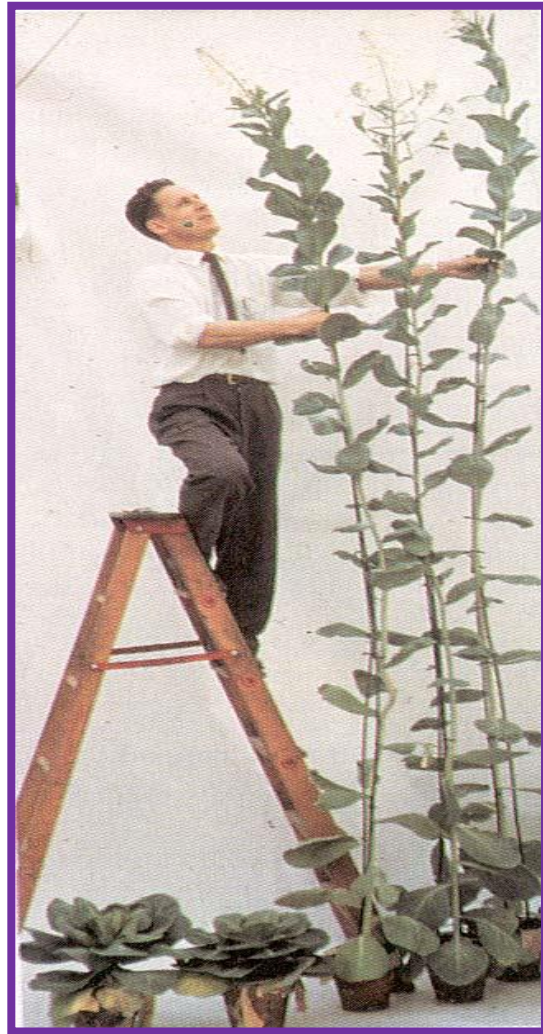


Gibberella fujikuroi
1898

Giberelīna koncentrācijas noteikšana

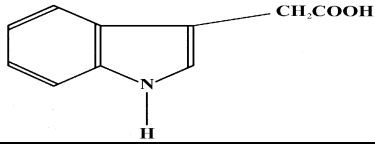
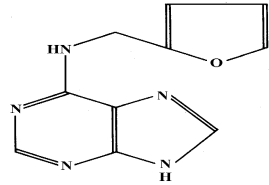
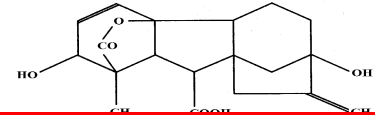
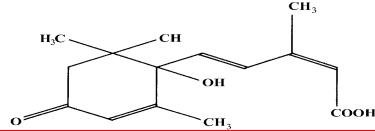
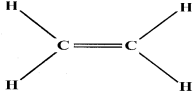


Giberelīna izraisīta kāpostu augu stiepšanās

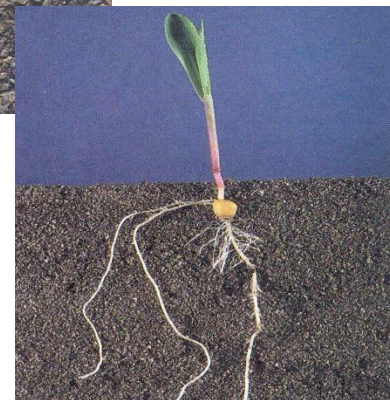


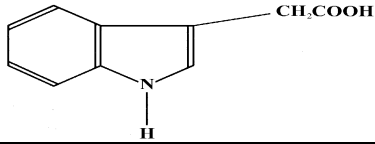
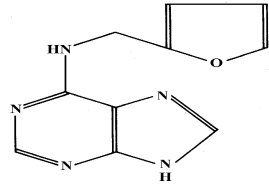
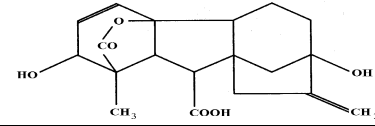
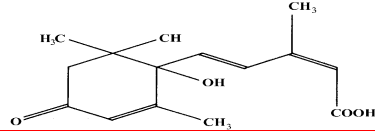
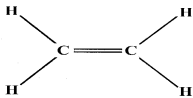
Giberelīna ietekme uz augu augšanu



Fitohormons	Sintēzes vai atrašanās vieta augā	Galvenās funkcijas
<p data-bbox="79 61 446 88">Auksīni (heteroauksīns)</p> 	<p data-bbox="643 61 1203 121">Sēklas dīgļi, apikālās meristēmas, jaunas lapas</p>	<p data-bbox="1222 61 1885 186">Stimulē vasas stiepšanos, sakņu augšanu, diferenciāciju, zarošanos, augļu attīstību. Regulē apikālo dominēšanu, fototropismu un gravitropismu.</p>
<p data-bbox="79 270 388 298">Citokinīni (kinetīns)</p> 	<p data-bbox="643 270 1203 330">Sintezējas saknēs un tiek transportēti uz citām auga daļām</p>	<p data-bbox="1222 270 1885 396">Ietekmē sakņu augšanu un diferenciāciju; stimulē šūnu dalīšanos un augšanu, sēklu dīgšanu, augu ziedēšanu, kavē augu novecošanu</p>
<p data-bbox="79 527 533 554">Giberelīni (giberelskābe GA₃)</p> 	<p data-bbox="643 527 1203 587">Sakņu un vasas apikālās meristēmas, jaunas lapas, dīgļi</p>	<p data-bbox="1222 527 1885 653">Veicina sēklu un pumpuru dīgšanu, vasas stiepšanos garumā, lapu augšanu; stimulē ziedēšanu un augļu attīstību; regulē sakņu augšanu un diferenciāciju.</p>
<p data-bbox="79 718 272 745">Abscizskābe</p> 	<p data-bbox="643 718 1174 745">Lapās, stumbros, negatavos augļos</p>	<p data-bbox="1222 718 1885 778">Kavē augšanu; ūdens stresa laikā aizver atvārsnītes; nodrošina miera periodu.</p>
<p data-bbox="79 893 185 920">Etilēns</p> 	<p data-bbox="643 893 1203 986">Augļos to nogatavošanās laikā, stumbru mezglos, vecās lapās un ziedos</p>	<p data-bbox="1222 893 1885 1018">Veicina augļu nogatavošanos; darbojas pretim dažām auksīnu darbības izpausmēm, atkarībā no sugas veicina vai kavē sakņu, lapu, ziedu augšanu un attīstību.</p>

Abscizskābes un giberelīnu līdzsvara nozīme sēklu dīgšanā



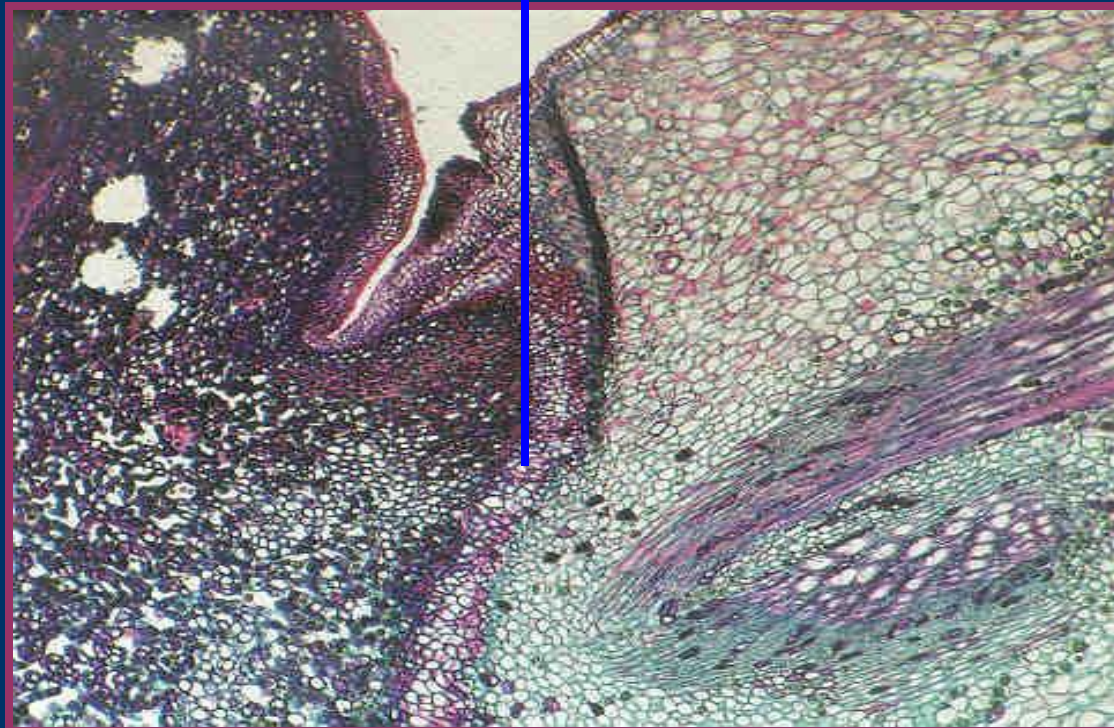
Fitohormons	Sintēzes vai atrašanās vieta augā	Galvenās funkcijas
<p data-bbox="79 61 446 90">Auksīni (heteroauksīns)</p> 	<p data-bbox="645 61 1201 123">Sēklas dīgļi, apikālās meristēmas, jaunas lapas</p>	<p data-bbox="1224 61 1883 188">Stimulē vasas stiepšanos, sakņu augšanu, diferenciāciju, zarošanos, augļu attīstību. Regulē apikālo dominēšanu, fototropismu un gravitropismu.</p>
<p data-bbox="79 270 388 300">Citokinīni (kinetīns)</p> 	<p data-bbox="645 270 1201 333">Sintezējas saknēs un tiek transportēti uz citām auga daļām</p>	<p data-bbox="1224 270 1883 398">Ietekmē sakņu augšanu un diferenciāciju; stimulē šūnu dalīšanos un augšanu, sēklu dīgšanu, augu ziedēšanu, kavē augu novecošanu</p>
<p data-bbox="79 527 533 556">Giberelīni (giberelskābe GA₃)</p> 	<p data-bbox="645 527 1201 589">Sakņu un vasas apikālās meristēmas, jaunas lapas, dīgļi</p>	<p data-bbox="1224 527 1883 655">Veicina sēklu un pumpuru dīgšanu, vasas stiepšanos garumā, lapu augšanu; stimulē ziedēšanu un augļu attīstību; regulē sakņu augšanu un diferenciāciju.</p>
<p data-bbox="79 718 272 748">Abscizkābe</p> 	<p data-bbox="645 718 1174 748">Lapās, stumbros, negatavos augļos</p>	<p data-bbox="1224 718 1883 780">Kavē augšanu; ūdens stresa laikā aizver atvārsnītes; nodrošina miera periodu.</p>
<p data-bbox="79 887 189 917">Etilēns</p> 	<p data-bbox="645 887 1201 982">Augļos to nogatavošanās laikā, stumbru mezglos, vecās lapās un ziedos</p>	<p data-bbox="1224 887 1883 1015">Veicina augļu nogatavošanos; darbojas pretim dažām auksīnu darbības izpausmēm, atkarībā no sugas veicina vai kavē sakņu, lapu, ziedu augšanu un attīstību.</p>

Augļu nogatavošanās

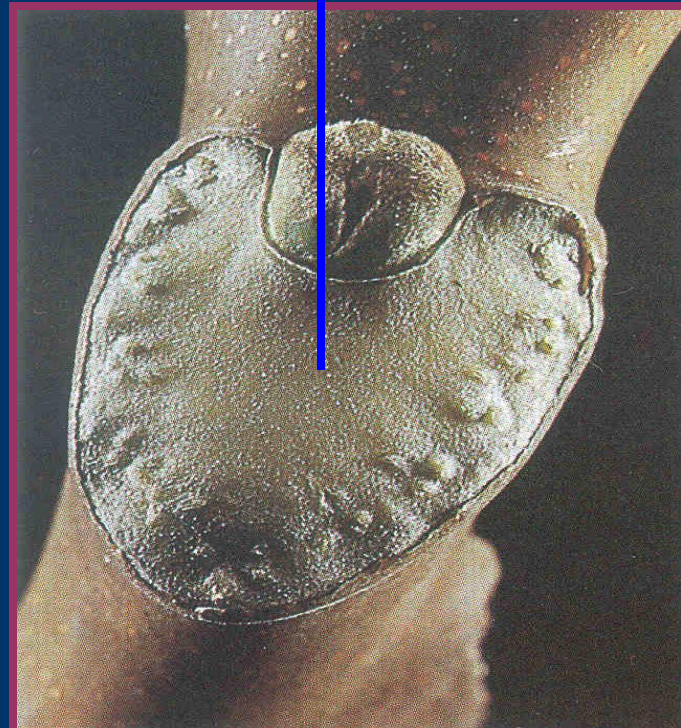


Etilēna un auksīnu līdzsvara ietekme uz lapu nomešanu

Atdalītājzona



Lapas pēda



Augu kustības

- **Augšanas izraisītās kustības**
 - Izraisa neatgriezeniska šūnu stiepšanās
 - Raksturīgas augošiem orgāniem
- **Turgora maiņas izraisītās kustības**
 - Izraisa turgora maiņa šūnās
 - Raksturīgas orgāniem, kas beiguši augšanu

Augu kustības

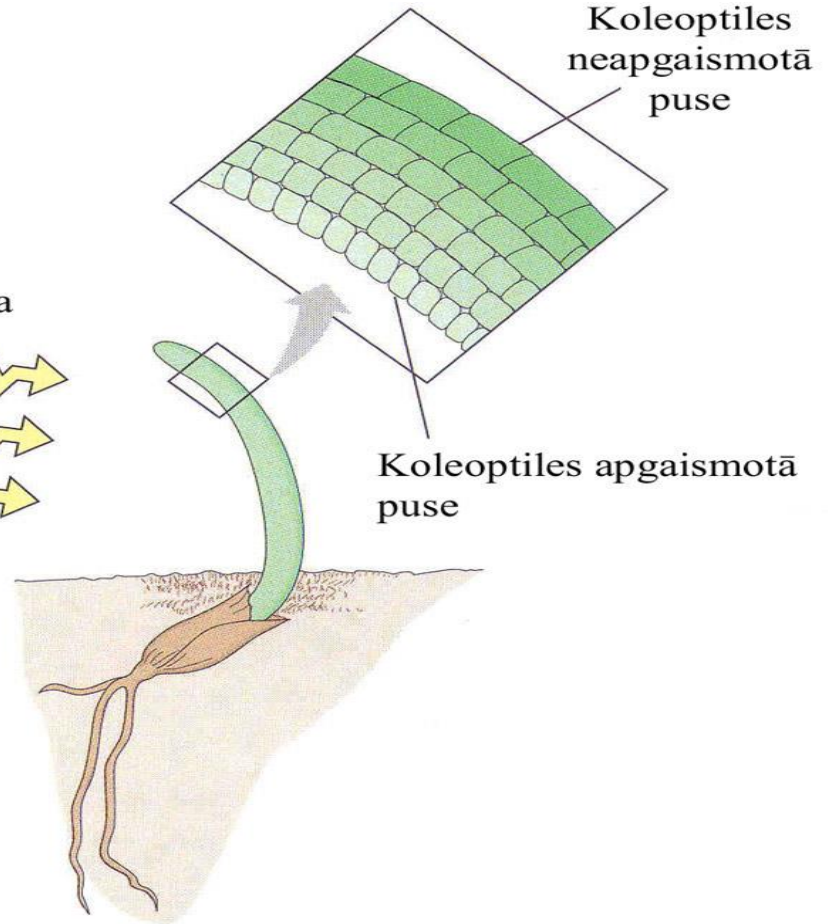
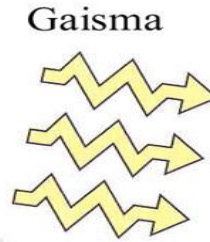
- **Tropismi** Kustības, ko izraisa vienpusējs kairinājums
 - Fototropisms (gaisma)
 - Ģeotropisms (gravitācija)
 - Tigmotropisms (mahānisks kairinājums)
 - Termotropisms (temperatūra)
 - Hidrotropisms (mitrums)
 - Hemotropisms (ķīmiskās vielas)
- **Nastijas** Kustības, ko izraisa kairinājums, kas iedarbojas vienmērīgi no visām pusēm
 - Termonastijas (temperatūra)
 - Fotonastijas (gaisma)
 - Niktinastijas (abu iepriekšējo kombinācija)
 - Epinastijas (lapu nolaišanās)
 - Hiponastijas (lapu pacelšanās)
 - Seismonastijas (satricinājums)

Tropismi

Fototropisms

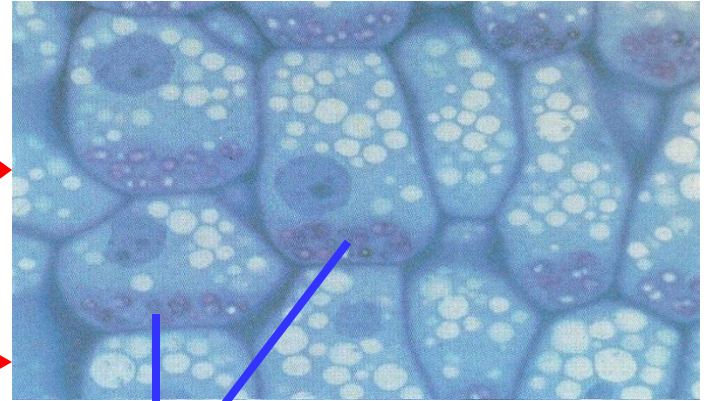
Pozitīvais

Negatīvais



Geotropisms

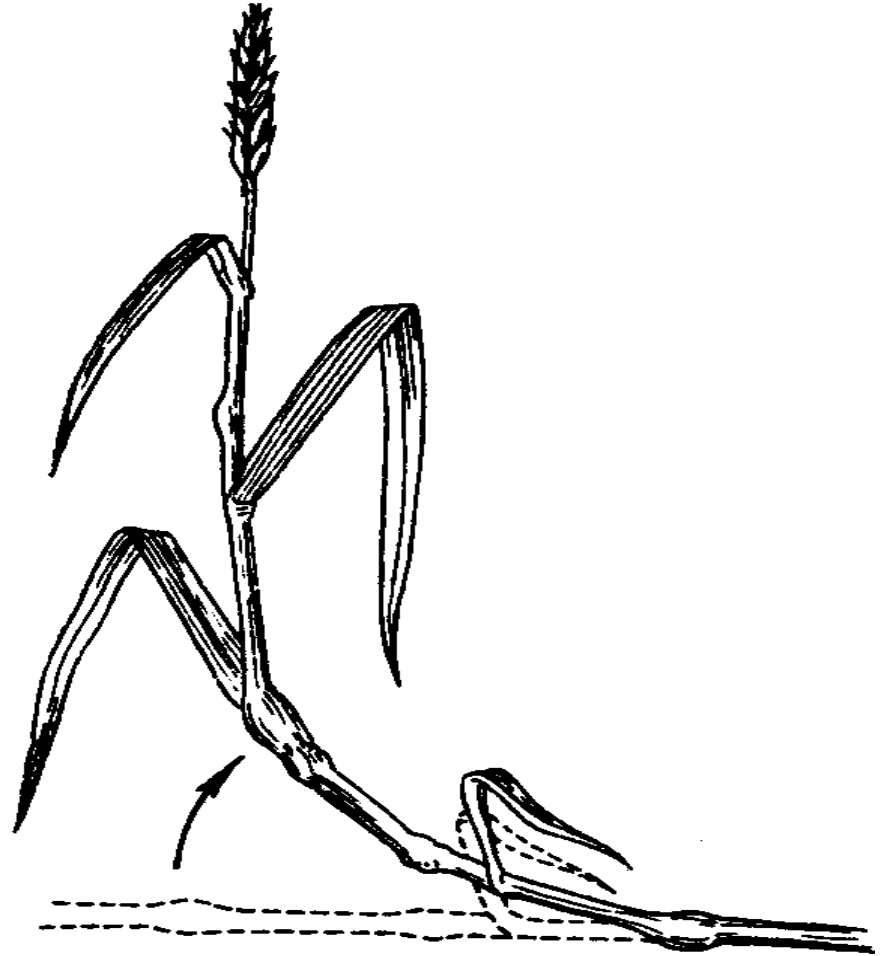
Pēc 1.5 stundām



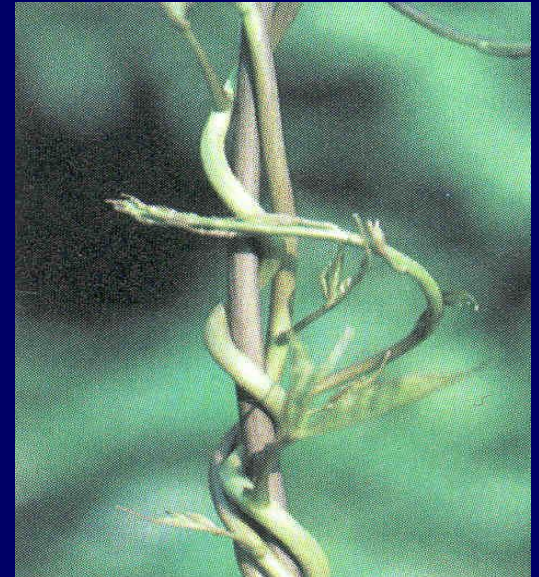
Statolīti

Geotropisms

Veldrē sakritušū
graudzāļu stumbru
pacelšana



Tigmotropisms

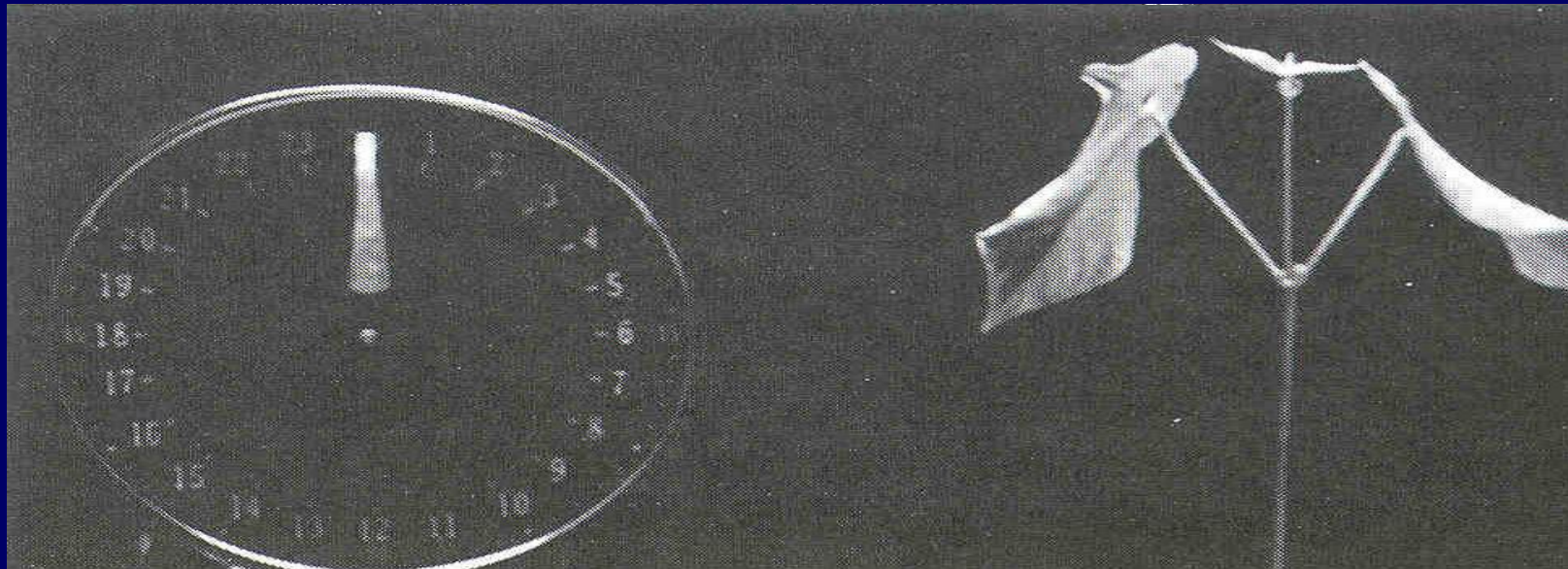


Turgora izraisītās kustības

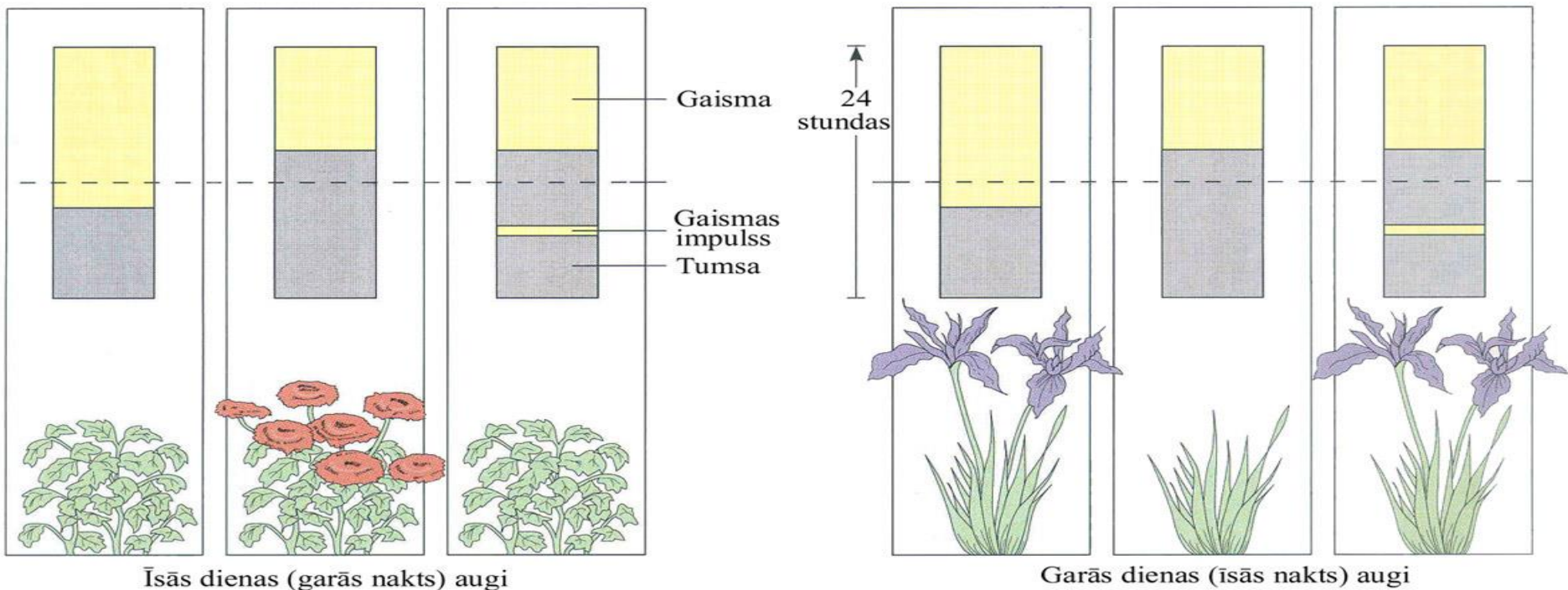
Lapu straujās kustības



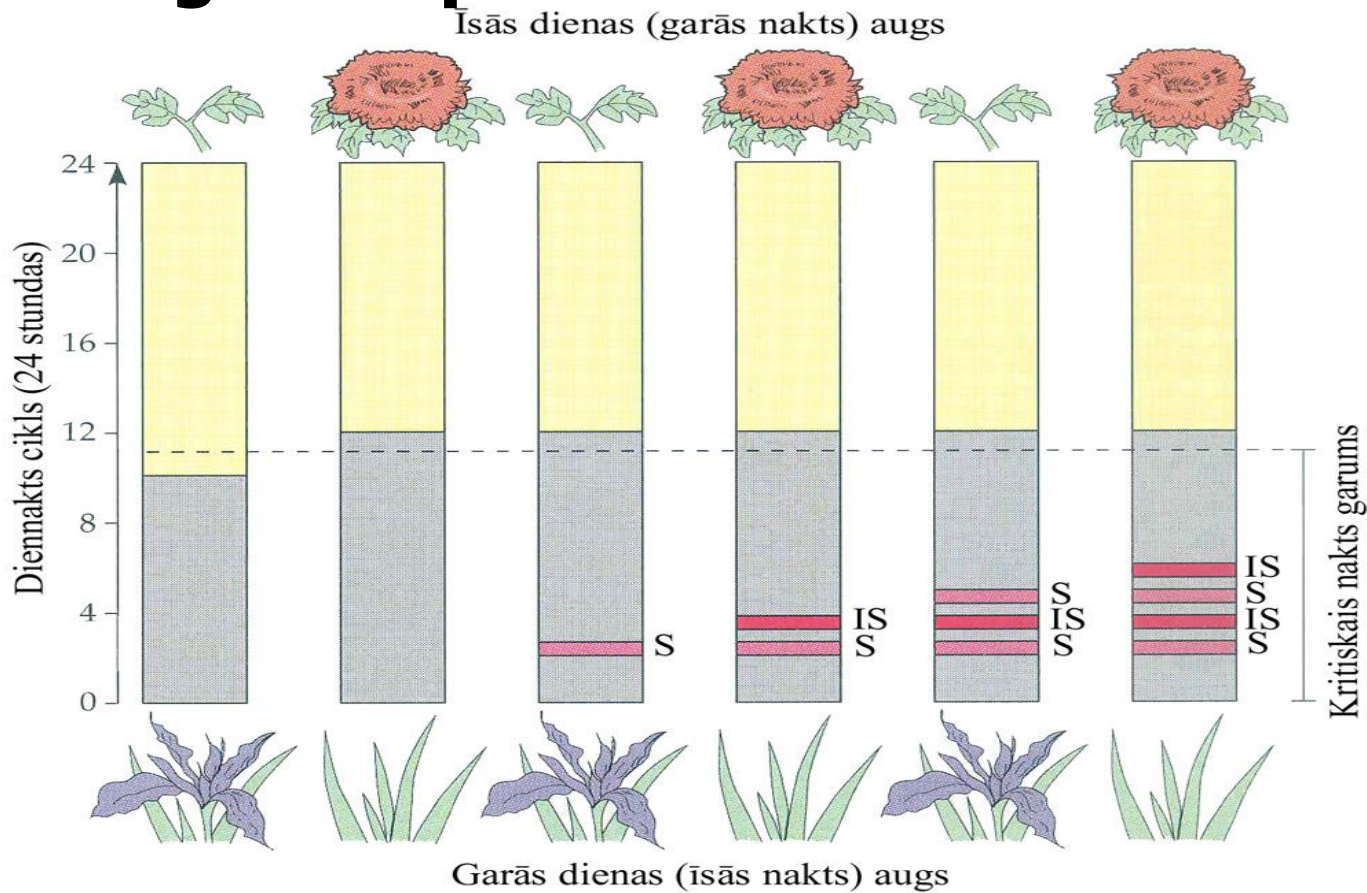
Nakts miera kustības



Ziedēšanas fotoperiodiskā kontrole (1920)

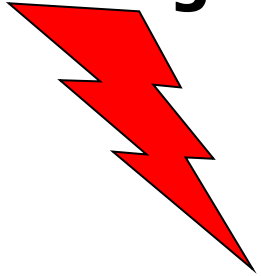


Sarkanās un infrasarkanās gaismas ietekme uz augu fotoperiodisko atbildes reakciju



Fitohroma fotokonversija

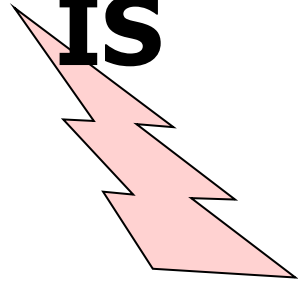
Sarkanā gaisma (660 nm)



P_S

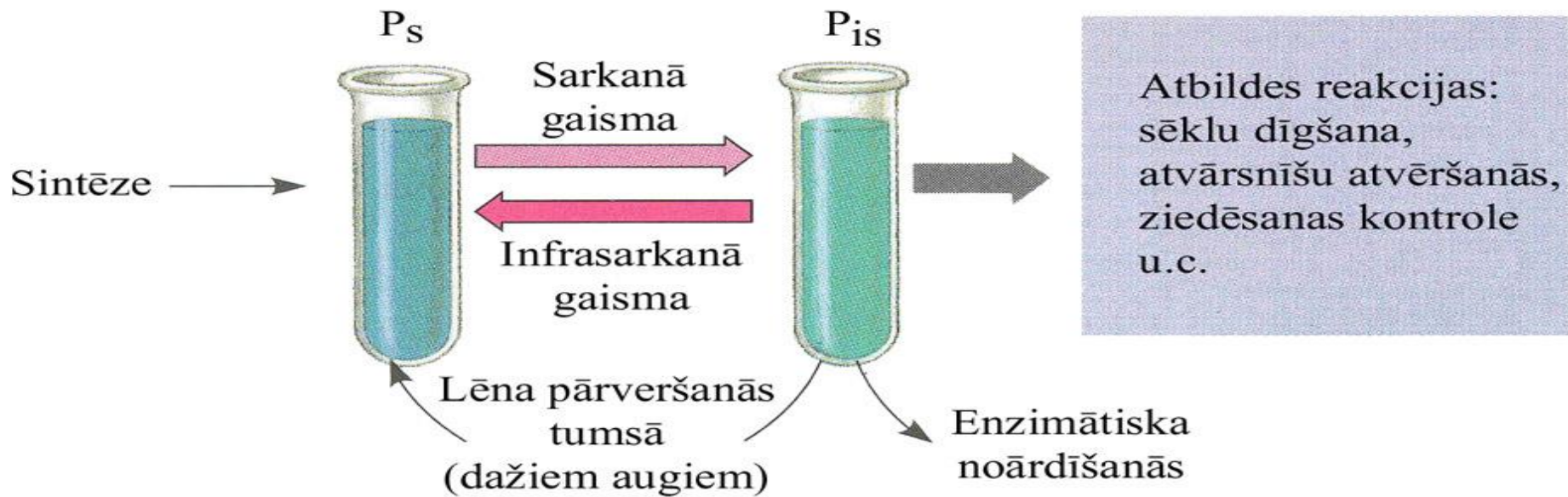


P_{IS}



Infrasarkanā gaisma (730 nm)

Fitohroma fotokonversija



Augu kontroles mehānismi

