

RÜGYFAKADÁS

A NÖVÉNYI HORMONOK

KÖZISMERT, hogy milyen fontos szerepet töltenek be az állati és emberi életben a hormonok, magyarul kormányzó- vagy vezéranyagok. Belső elválasztású mirigyek termelik, s közvetlenül a vérbe jutnak, ahol elképzelhetetlenül kis mennyiségben keringenek, mégis rendkívül nagy a hatásuk a fejlődésben és az élettevékenységben, sőt a szellemi tevékenységeket is szinte megdöbbentő módon befolyásolják. Az utóbbi évtizedek atomfizikai kutatásainak eredményei megsemmisítették azt a választófalat, amelyet hajdan az erő és az anyag fogalma közé emeltek, a hormonok azt a választófalat fenyegetik megsemmisítéssel, amely a közhitben az anyagot és a szellemet választja el.

A vezéranyagok azonban nem kiváltságai az emberi és az állati testnek, a növényekben sem hiányzanak, s az utóbbi évek folyamán kiderült, hogy a növényi hormonok éppen olyan fontos szerepet töltenek be a növény életében, mint az emberi és állati hormonok az emberi és az állati életben. Felismerésük ugyan nehezebb feladat elé állította a kutatókat, de ma már annyira haladt ismeretük, hogy pontosan ismerjük szerepüket bizonyos életfolyamatokban, sőt a gyakorlatban is terjedni kezd használatuk. Miként az orvosi gyakorlatban nélkülözhetetlen sok hormonkészítmény, azonképpen kezd egyre jobban szerepelni a kertészeti gyakorlatban bizonyos növényi hormonkészítmények használata.

A növényi vezéranyagok ismeretének kezdete még a múlt századra visszanyúlik. Már Sachs keresett bizonyos életjelenség magyarázatára bizonyos anyagokat. Az első eredmények azonban csak századunk elején mutatkoztak. Igen érdekes az úgynevezett élethormon, a biosz, felfedezésének története. A természettudományok történetében járatosak jól ismerik azt az ellentétet, amely minduntalan kiütöközött a francia Pasteur és a német Liebig munkásságában. Mindkét lángelme sokat foglalkozott pl. az élesztő ismeretének felderítésével, amely nemcsak a tudomány, hanem a pékipar, a borászat és a sörgyártás tekintetében is rendkívül fontos feladatnak mutatkozott.

A kutatások alapja az élesztőgombák eredményes tiszta tenyésztete volt. Pasteur azt állította, hogy az élesztőgomba tenyésztéséhez nem kell más, csak erjeszhető cukor, ammónsó és az élesztőgomba hamuja. Liebig ezzel szemben azt állította kísérletei alapján, hogy Pasteur előírása elégtelen, mert a kijelölt tápanyagon az élesztőgomba

nem növekedik, nem szaporodik és nem erjeszt. Pasteur erre meghívta Liebiget, látogasson el személyesen hozzá, hogy bemutathassa kísérleteinek eredményeit. De Liebig nem ment. Ez a tudományos vita 1871-ben folyt le. Azóta sokan foglalkoztak ezzel a fontos kérdéssel, végül 30 év múlva Wildiers oldotta meg a problémát, kiderítvén, hogy az élesztő eredményes tenyésztéséhez szükséges egy különleges szerves vegyület is, amelyet — fontosságának kiemelésére — biosznak, életnek nevezett el.

Wildiers kutatásai óta majdnem négy évtized telt el, s közben nagy léptekkel haladt előre a titokzatos biosz, életanyag ismerete, noha még napjainkban sem sikerült minden tekintetben világosságot deríteni ebben a kérdésben. De ma már mindenesetre tudjuk, hogy a biosz növényi hormon, amely főként a virágtalanok testében keletkezik, s megindítója a sejtoszlásnak. Hogy azonban milyen nehéz módszerekkel sikerült pontosabb eredményeket elérni a biosz-hormonok ismeretében, példázza itt a számlálási módszer. A mikroszkóp lencséjére függőcsepp alakjában illesztjük a tenyészdátot, s benne néhány — 1—3 — élesztőgombát tartunk. Egyes függőcseppekbe nem teszünk bioszt, másokba igen. Bizonyos időközökben megszámláljuk, mennyire szaporodott a függőcseppekben az élesztőgombák száma. Azokban a cseppekben, amelyekben nincs biosz, alig mutatkozik szaporulat, amelyében azonban biosz van, hatalmasan megnőtt az élesztősejtek száma, mert több nemzedék váltotta fel az első néhány sejtet.

Még nehezebb feladat a biosz anyagi megismerése. Ma már tudjuk, hogy legalább négy vegyület keveréke, amelyek közül a biotin az igazi hormon, vezérananyag, a többi csak segítő anyag, amely bizonyos esetekben kiegészíti a biotin működését. A biotint tojássárgájából sikerült tisztán előállítani, de a tojássárgájában is olyan kevés van belőle, hogy öt mázsa szárított tojássárgájából mindössze 11 milligramm kristályos biotint kaptak. Ez a biotin hatékonyságára nagyon jellemző, azóta tudjuk, hogy a biotin még 400 milliárdos hígításban is hatásos az élesztőgombák sejteire. Jellemzi még a biotint, hogy felforralható, mert magasabb hőmérsékleten sem pusztul el.

Az élesztőhormont, a fentiekben röviden ismertetett bioszkeveréket, amely még korunkban is élénken foglalkoztatja a hormonkutatókat, idővel sok mindenféle növényben sikerült kimutatni, így többféle penészgombában, az ehető úrigombában, a házigombában, zöldmoszatokban, parajban, burgonyában, a boglárka nedvében, kukoricában, sok növény virágporában, a tojás székében, állati és növényi szövetekben stb. Amint így fejlődött ismeretünk a bioszról, hatása alapján kezdték megkülönböztetni, s rokonhatású növényi hormonokkal egybevetni. Ma már tudjuk, hogy az élesztőhormon, a biosz, azok közé a hormonok közé tartozik, amelyek sejtoszlást idéznek elő.

A növényi hormonoknak ebben a csoportjában a bioszon kívül nevezetesek a sebhormonok. Wiesner 1892-ben azt az elméletet állította fel, hogy a megsebzett növény sebfelületén a hegesztőszövet eredményező sejtosztódást valamely anyag indítja meg, amely a seb-

felületen elpusztuló sejtekben keletkezik. Ezen az alapon Haberlandt burgonyagumókkal végzett kísérleteket, s kimutatta, hogy a sebzési felületen meginduló sejtoszlást valamely hormonszerű anyag váltja ki, amelyet éppen ezért sebhormonnak nevezett el. Azt is sikerült kimutatnia, hogy csak olyan burgonyadarabkákon indul meg a sebfelületen a sejtoszlás, amelyekben a háncsszövetnek részei találhatóak, amely darabkában nincs háncsszöveti rész, érintkezésbe kell hozni olyan burgonyadarabkával, amelyben ez nem hiányzik.

A sebhormon ismeretének fejlődésében döntő szerep jutott a korunkban annyira megcsodált szövettenyésztésnek, amely azt a bizonyos híres csirkeszívet — helyesebben kis szövetdarabkáját — már hosszú idő óta tartja életben. A szövettenyésztés kezdete nagyon hasonlít az élesztő tenyésztéséhez, amelyről fentebb elmondottuk a történeti tudnivalókat. Mikor megkezdődött az emberi és állati szövetek tenyésztése, Carrel csakhamar felismerte, hogy a sejteket tápláló anyagokon kívül más anyagok is szükségesek a tenyésztőnedvben, olyanok, amelyek a fejlődést serkentik, szóval bizonyos hormonok. Sikerült végül olyan fehérjebontási termékeket találni, amelyek mindenben megfeleltek a célnak.

Ez vezette a kutatókat arra, hogy a sebhormonokat is a fehérjebontási termékek közt keressék, hiszen már Wiesner is azt tételezte fel, hogy a pusztuló sejtben keletkeznek a sejtoszlást megindító anyagok. Ilyen előzmények után többen végeztek kutatásokat a sebhormonok megismerésére, míg végül a budapesti egyetem növényélettani intézetében sikerült ezt a kérdést megoldani. Itt a kísérleteket kalarábidarabkákkal végezték, s a fehérjebomlási termékeket agáragárdarabkákkal juttatták a kalarábi vágási felületére. Kiderült, hogy uretán, tirozin és más ilyen vegyületek híg oldatai a kalarábi vágási felületén sejtnövekedést és sejtosztódást idéznek elő, vagyis hatásuk azonos a felfelelezt sebhormon működésével.

A biosszal rokon, vagyis sejtosztódást serkentő hormonok a növényben a közismert vitaminok is. A vitaminokról mindenki tudja, milyen fontos a szerepük az állati és emberi életben. Napjainkban valósággal kultuszt üznek a vitaminokkal, még a reklám is felhasználja. Hogy a vitaminhiány hány mindenféle betegséget okozhat, már az iskolában megtanuljuk. De arra senki sem gondol, hogy műyen szerepet töltenek be a vitaminok a növényben, holott a vitaminokat kivétel nélkül növények termelik, tehát nyilvánvaló, hogy a növény testében kell elsődleges feladatukat betölteniük, csak másodsorban lehetnek az állati és emberi egészség erőteljes fenntartói.

Kézenfekvő gondolat, hogy a vitaminok a növényben a hormonok szerepét töltik be. De ezt ki is kell mutatni, a természetkutató csak akkor fogadhatja el igazságnak a feltevést. A növényélettan ma már a sejtosztódást serkentő hormonok közt tárgyalja a vitaminokat, mert több kísérlet bizonyítja, hogy a növényélettanban ott a helyük. Mindenki ismeri a C-vitamint, kémiai nevén aszkorbinsavat, amelynek hiánya okozza a skorbutot. Mindenki ismeri, mert a magyar paprikából sikerült nagyban előállítani, s a szegedi paprika így segítette a Nobel-díjhoz az aszkorbinsav magyar kutatóját. Hányan beszéltek

és beszélnek arról, hogy mi a hatása a C-vitaminnak az emberi életben, meg sem lehetne mondani. De arra senki sem gondolt a legújabb időkig, vajjon milyen szerepe van az aszkorbinsavnak a paprikában.

Ma már azonban ezt is tudjuk. Az aszkorbinsav nemcsak a paprika termésének zöld falában képződik nagy mennyiségben, hanem például a borsó sziklevelében is. Ha borsómagot vízbe áztatunk, s hét nap múlva levágjuk a csírázó növénykéék szikleveleit, olyan kísérleti növényeink vannak, amelyeket megfosztottunk az aszkorbinsavtól. Ha most egyeseknek a tápoldatába aszkorbinsavat teszünk kis mennyiségben, másokéba pedig nem, s megfigyeljük a borsónövénykéék növekedését, kiderül, hogy az aszkorbinsavtól megfosztott példányok elmaradnak a növekedésben, amelyek számára azonban pótoltuk, gyorsan fejlődnek, száruk rendesen növekedik, majd virágokat is rak. A C-vitamin tehát a borsóban nagyon fontos hormon, amely a sejtoszlást serkenti.

Biosz, sebhormon és vitamin egy tekintetben azonos hatású, mind a három sejtoszlást idéz elő, ezért a növényélettan most sejtoszlási hormonoknak nevezi mind a hármát, helyesebben azokat a hormonanyagokat, amelyekre ez a három név vonatkozik. Ezekkel azonban tulajdonképpen csak kezdetéhez jutottunk a növényi hormonokra vonatkozó ismereteknek, mert közben a növényi hormonok más csoportjáról sikerült tudomást szerezni, s a növényélettannak a hormonokról szóló fejezetét lényegesen bővíteni.

A NÖVÉNY NÖVEKEDÉSE két folyamatra bontható, sejtosztódásra és sejtnyúlásra. A sejtnyúlásnak is nagyon fontos szerepe van a növény életében, például sejtnyúlással szabályozza a növény a fénynyel és a nehézségi erővel szemben elfoglalt helyzetét. A növény érzékenysége a fény iránt egyike a legközönségesebb növényélettani ismereteknek. Már az ókori növénykutatók megfigyelték, s tőlük származik a napraforgó növénynév görög eredetije is, amely régebben európai növények neve volt, s csak Amerika felfedezése után Spanyolországban állapotott meg azon a szép növényen, amelyet ma nevezünk napraforgónak. Nagyon feltűnő a muskátli és a begónia fényérzékenysége. Ha olyan ablak előtt megyünk el, amelyben muskátli és begónia van, nyomban szemünkbe ötük, hogy a növények levelei mind az utca felé hajolnak, lemezük színe a beözönlő sugarak felé kerül ki, a sötét szoba felé fonákuk fordul.

Ilyen és más hasonló növényi életjelenségek magyarázatára valamikor az állatihoz hasonló érzékszerveket kerestek a növényeken, s idegpályákat véltek a növényi testben felfedezni. Bizonyára még sok olvasónk emlékezik azokra a vonzó cikkekre, amelyek a múlt század végén és századunk elején jelentek meg a növények úgynevezett lelki világáról. Ma mindez a múlt lomtárába tartozik. Közben felfedezték a növényi hormonokat, s kiderült, hogy a növény úgynevezett lelki élete mindenestül sokkal inkább a hormonokról szóló fejezetbe tartozik, mint az állatoké és az emberé.

Nagyon érzékeny a fény iránt a gabonák és pászitfüvek csírahüvelye. Mikor ezek csíráznak, az első lomblevelet nem szabadon

tolják elő, hanem egy hengeres, színtelen, csúcsán kúpszerű burokbán, amelyet csirahüvelynek nevezünk. Már Darwin megfigyelte, hogy a csirahüvelynek a csúcsa fényérzékeny, s onnan terjed az „inger“ az alsóbb részek felé, ahol a csirahüvely a fény felé hajlik. Az újabb kutatók főként a zab csiranövényének csirahüvelyét használták kísérleteikhez, amely napvilágon 1—2, sötétben 5—7 centiméter hosszúra nő. A csirahüvely elfordulása az egyoldalú fényforrás felé sejtnyúlás révén megy végbe, egyszerű magyarázata, hogy a fény felé fordult, tehát megvilágított fele visszamarad a nyúlásban, az árnyékban levő fele pedig élénk nyúlási növekedést mutat. A két oldal növekedési különbsége okozza az elhajlást. Ez nem kiváltsága a csirahüvelynek, a fényérzékenységgel összefüggő mozgások mind hasonló természetűek.

Már a múlt század végén feltételezték, hogy a csirahüvelyben valamely anyag vándorol a csúcstól a nyúlási övbe, ahol a csirahüvely meghajlik a fény felé. Végül 1910-ben Boysen Jensen kimutatta, hogy a zab csirahüvelyének csúcsában olyan anyag keletkezik, amely lefelé vándorol a csirahüvelyben s a nyúlási növekedést serkenti. Ez az anyag okozza a zab csirahüvelyének kétoldalt egyenlőtlen növekedését, amelynek következménye az elhajlás a fény felé. Később ezt az anyagot auxinnak, növesztőnek nevezték el. Ha levágjuk a csirahüvely csúcsát, ahogy a kutatók most mondják, lefejezzük a csirahüvelyt, nem jut növesztő a nyúlási övbe, ennek következtében megszűnik a sejtek nyúlása és vele a fényérzékenység. A csirahüvely nem hajlik a fény felé. Néhány óra múlva azonban a lefejezett csirahüvely csúcsi része átveszi a levágott csúcs szerepét, növesztőt termel, amely újra megkezdí vándorlását lefelé s a csirahüvely újból fényérzékeny lesz.

Rendkívül érdekes, hogy a zab csirahüvelyének elhajlását a növesztő segítségével sötétben vagy teljes — minden oldali — világításban is elő lehet idézni. Nem kell hozzá más, csak annyi, hogy a levágott csúcsrészt féloldalasán helyezük vissza a vágási felületre. Ilyen esetben csak az az oldal jut növesztőhöz, amelyre a levágott csúcsot helyeztük, ez kezd erősen nyúlni s a csirahüvely természetesen a másik oldal felé hajlik el. Ezek a kísérletek tették lehetővé az auxinhatás mérését s ezzel a növényi hormonok alaposabb megismerését. Ezt a módszert Went dolgozta ki s ma mindenütt a Went-féle módszert alkalmazzák. Lényege az, hogy a lefejezett zabcsira-hüvelycsúcsokat kis agaragárlemezekre tesszük, erre az auxin a csúcsokból az agaragarba szivárog, s most már ezeket a lemezeket használjuk a kísérletekre.

Sok érdekes ismeretre tett szert ilyen módon a növényélettan. Kiderült például, hogy az agaragárlemezekből a növesztő épügy lefelé vándorol, akárcsak a csirahüvely csúcsából. Ha tehát ilyen növesztővel itatott lemezt teszünk a lefejezett csirahüvelyen a csúcs helyére, megindul a növesztő vándorlása a csirahüvelyben, s a nyúlási övben jelentkezik az elhajlás a fény felé. Kiderült továbbá, hogy a növesztő nem különleges fajok szerint, mert a zab csirahüvelyéből nyert növesztő más növényeken is hatékony. Végül kiderült az is, hogy nemcsak a növényi hajtások csúcsában képződik növesztő, vagyis sejt-

nyúlást előidéző hormon, hanem található más növényi részekben is, sőt található az állati és az emberi szervezetben is. Kivonható a növesztő több esetben egyszerűen vízzel. Például zabpehelyt vízben áztatva, olyan oldatot kapunk, amely erősen növesztő hatású. Más esetben kloroformmal, alkohollal vagy éterrel oldják ki az auxint. Végül sikerült a kivont növesztőt kenőcsbe, pasztába gyűjteni, erre a célra különösen alkalmasnak bizonyult a gyapjúzsír.

Mondanunk sem kell, hogy mindez mennyire megkönnyítette a növesztő vizsgálatát. Ma már nem is kell szakemberhez fordulnunk, ha növesztőre van szükségünk, hanem oldat, por vagy kenőcs alakjában készen vásárolhatjuk a kereskedelemben, s kedvünk szerint végezhetjük vele a kísérleteket. Varázslatokat mutathatunk be a növényi hormonok ismeretében járatlanok előtt. Például előállítunk egy cserép növényt, s valamelyik növényi szárat egyik oldalán bekenjük növesztővel. Akár úgy, hogy az oldatba mártott ecsetet végighúzzuk a száron, akár úgy, hogy a kenőcsöt kenjük a száron végig egyik oldalán. A következmény idővel egyre feltűnőbbben mutatkozik. A növényi szár meghajlik, a növesztővel bevont oldala egyre jobban nyúlik, s ennek következtében a szár a másik oldalra egyre jobban meghajlik. Ugyanezt a kísérletet megismételhetjük a leveleken is, például néhány levél főerét kenjük be növesztővel. Ennek meg az lesz a következménye, hogy az ilyen levelek lefelé hajlanak, összekunkorodnak, mintha valami titokzatos betegség bántaná a növényt.

Mindez eleinte azt a látszatot kelti, hogy csak játék. De az emberi legfontosabb találmányok mind játékok voltak kezdetben, s játékból lettek hatalmas és néha végzetes találmányokká, amelyekkel a természetet lehet leigázni. Ilyen játékoknak bizonyultak ezek a kísérletek is. Egy szakembernek például eszébe jutott, hogy a hegyi füzike áttelelő sarjainak csúcsát bekenje növesztővel. Tíz napon át minden reggel növesztőt kent a sarj csúcsára. A sarjat a növény arra szánja, hogy a következő tavasszal megnyúljon és szárat fejlesszen. A növesztő ezt a folyamatot nemcsak megindította, hanem úgy meg is gyorsította, hogy a tizedik napon már ujjnyi hosszú szára nőtt a hegyi füzikének. Ez eddig kísérlet, ha úgy tetszik, játék. De a hatása nagyon komoly lett. Mert ebből kiderült, hogy fölösleges a növények hajtására az a sok mindenféle drága módszer, amelyet most alkalmaznak a kertészetek, hogy télen át elláthassák hajtattott virágokkal a városi közönséget, s azokat a virágcsodákat varázsolják a kirakatokba, amelyek előtt úgy áll meg a falusi ember, mintha a mennyország kapujába jutott volna. Sokkal egyszerűbben, egy kis növesztő készítmény felkenésével is el lehet érni mindezt, vagy legalább lényegesen lehet javítani és siettetni az eredményt. A virághajtásnak ma már egyre kitűnőbb eszköze a növesztő, s hogy mennyire fog haladni néhány év múlva, ma még megjósolhatatlan.

Avagy itt van a magvatlan gyümölcsök kérdése. A mag nagyon fontos a növény életében, de az ember sokszor nem szívesen látja a gyümölcsben. Mit adnának például háziasszonyaink a magvatlan málnáért, ribizskéért vagy eperért! A korunkban ismert magvatlan gyümölcsök, így a magvatlan banán-, ananász-, narancs-, füge-, szőlő-

alma-, körte- és uborkafajták mutációval, ugróváltozással létesültek, s termőjük beporzás nélkül fejlődik gyümölcsé. Rendes körülmények közt a legtöbb gyümölcs nem fejlődik ki beporzás hiányában, viszont a beporzás következtében a magvak is kifejlődnek. Ha azonban a virágból kivágjuk a porzókat s a termő csúcsát bekenjük növesztővel, a beporzásban megakadályozott termőből sok esetben gyümölcs fejlődik. Lehetséges tehát, hogy idővel a növesztő segítségével sikerül megoldani ezt a fontos kertészeti problémát.

Az auxin tiszta előállítását természetesen azt is lehetővé tette, hogy kémiaiilag pontosabban megismerjük ezt a nevezetes vezérandóanyagot. Ma már tudjuk, hogy a szorosabb értelemben vett auxin két vegyület, az egyiket a-auxinnak, a másikat b-auxinnak vagy növesztőnek nevezik. Mindkettőnek sikerült kémiai szerkezetét is megállapítani s mindkettőt kristályos alakban is előállítani. Az is kiderült, hogy a szorosabb értelemben vett auxinon kívül másféle növesztők is vannak, ilyen például a heteroauxin, amely kémiaiilag nagyon különbözik mind az a-növesztőtől, mind a b-növesztőtől, de élettani hatása azonos. Idővel kiderült, hogy a heteroauxin olyan anyag, amelyet már ismer a kémia *B*-indolilecetsav néven, s ezt a vegyületet már ipariilag is előállítják. A heteroauxinnal hasonló hatású anyag még a *B*-indolipropionsav, fahéjsav, fenilpropionsav, fenilecetsav, fluorénecetsav, antracénecetsav stb.

Mindezeket együtt növesztőknek, auxinoknak nevezzük szemben a sejtosztódási hormonokkal, mert legjellemzőbb tulajdonságuk, hogy a fiatal sejtet nyúlásra készítik. Azonban a két csoport megkülönböztetése nem éles, mert a sejtnyúlási vezérandók is mutatnak sejtosztódási hatást. Kimutatták, hogy az auxin és heteroauxin a sebekben sejtosztódást idéz elő, s így a sebszövet kialakulását serkenti. Éppen ezért ma már a növesztő készítményeket oltáshoz is használják és a növényi betegségek gyógyításában is alkalmazzák. Ilyen alkalmazásuk annál inkább indokolt, mert a növesztők a kambium működését is serkentik, itt is mint sejtosztódási hormonok fejtenek ki hatást.

Legfeltűnőbb azonban a növesztők sejtosztódási működése a gyökérbérbésben. Gyakorlati körökben régóta tudják, hogy a gyökérbérbés a növények jellemző faji tulajdonsága, például a fűz, nyár, ribiszke, szőlő dugványa nagyon könnyen hajt gyökeret, ellenben a bükké, tölgyé, kőrisé lassan és kis százalékban. E kérdést tanulmányozva, kimutatták, hogy a könnyen gyökerező fák dugványának gyökérbérbését megakadályozhatjuk, ha a dugványról levagdossuk a rügyeket. Went ezen az alapon a levelekben kereste azt az anyagot, amely a gyökérbérbést megindítja. Kísérleteit csakhamar siker koronázta. A kutyatej-félékhez tartozó forróövi árvacsalánfa dugványnyal könnyen szaporítható, ha azonban leveleitől megfosztotta a dugványokat, nem hajtottak gyökeret, erre levelet oltott a dugványra, mire gazdagon megindult a gyökérbérbés. Went az egyelőre ismeretlen anyagot el is nevezte gyökérbérbőnek, rhizokalinak. Ma már tudjuk, hogy a gyökérbérbők azonosak a fentebb ismertetett sejtnyúlási növesztőkkel, az auxinokkal és heteroauxinokkal, s a növesztő készítményeket sikerrel és széleiben használják nehezen gyökerező

dugványokhoz. Olyan fák dugványai, amelyek gyökerezéséhez egész esztendő szükséges és az eredmény 20%, növesztővel kezelve két hónap alatt majdnem 100%-os eredményt mutatnak fel.

A TAVASZ GYÖNYÖRŰ POMPÁJA mindnyájunkat elragad. Szemünk boldogan élvezi a rügyfakadást, a zöld levéltenger kibontakozását és a virágok örök csodáját. A természetnek ez a nagy varázslata azonban nagyon hasonlít a japán virág kis varázslatához, amelyet ma már nálunk is mindenki ismer. Kis papírgomoly a japán virág, vízbe kell dobni, ahol megnövekedik, szétterül s gyönyörű virággá nyílik. Valahogy így készíti elő a tavaszt a természet is. A rügyek, a hagymák már előző évben elkészülnek, s bennük szorong a kis hajtás, szárával, leveleivel, virágokkal. Ősszel mindez már készen várja a kibontakozást a pikkelylevelek bőrtönében, de egyelőre még a tél parancsolja nyugalomra a fák, cserjék, gyökértörzsek rügyeit s a hagymákat.

Mikor nyáron a jövő ígérete készül, a kis hajtáskezdemények, a fő folyamat a sejtosztódás. Ez azonban nem jár jelentékeny térfogatnövekedéssel. Szinte hihetetlen, milyen kis helyen elfér a kis hajtás, a kis levélkezdemény, a kis virág. Bontsuk fel télen bármelyik rügyet vagy bimbót, alig találjuk meg a védőlevelek, a pikkelyek alatt a szunyadvó életet, úgy össze van hajtogatva, gyűrve. De ott van, s ha nagyító alá tesszük, megcsodálhatjuk, milyen kis helyen készítette elő a természet mindazt a sok szép alakot, amely hivatva van jövő tavasszal kibontakozni s elbájolni a rovarokat, lepkéket és az embert.

A kibontakozáshoz nem kell semmi egyéb, mint a japán virág kibontakozásához: víz. Legalább sokáig ezt tartották a növénykutatók. A tél elmúlik, a jég felolvad s a növény mohón veszi fel az újra folyékony elemet. Ez eljut a száron keresztül a rügyekbe, s ott a már előkészített hajtás sejtei felszívják és vízzel megrakodva egyre jobban megnyúlnak, térfogatuk egyre növekedik, aminek az az eredménye, hogy a hajtás szára megnyúlik, a levelek szabaddá válnak és kiterülnek, a virágok felnyílnak. Mint a japán virág a vízben. Ma már tudjuk, hogy mindez nem egészen felel meg a valóságnak. A japán papírvirág és az élő növény közt az a különbség, hogy a növényben a fakadást a vezérananyagok kormányozzák, ezek irányítják a sejtek nyúlását, s ezek vezérlete alatt helyezkednek el a hajtások, levelek a fénysugarak és a nehézségi erő iránt bizonyos, természetüknek megfelelő, faji tulajdonságaiktól rendelt állásban.

Nézzük például a vadgesztenye fakadó rügyét. Először a visszahajló rügypikkelyek tűnnek szemünkbe. A növesztő vezérananyag eddig nagyobb mértékű sejtnyúlásra készítette a rügypikkely külső színét mint a belsőt, ezért ráborult a hajtásra, most belső színén nyúlnak meg erősebben a sejtek, ennél fogva visszahajlik, s így a rügy felnyílik. Az ujjas lombevelek, amelyek üde zöldjével nem tud betelni a szemünk, hosszában összehajtván és megráncolva szorongtak a rügyben, most a növesztő vezérananyag megkezdi a munkáját, előbb a levelek felszíne kezd jobban nyúlni, ezért a bontakozó levélujjak lefelé csüngenek a levélnyélen, később azonban a levél fonalán erősebb a növesztő hatása, ennél fogva később a levélujjak vízszintesre kiterülnek.

Ugyanígy mutatkozik minden más növényben is az auxin hatása, s az eredmény, hogy a hajtások, szárok, levelek a megfelelő legjobb megvilágítási helyzetbe növekednek bele. Némely növény konzervatívabb természetű, ennek kifejtett levelei többé nem alkalmazkodnak helyzetükben az esetleg változó fényirányhoz, mások azonban állandóan megtartják fiatalságukat, s levelük lemezét mindig derékszögben állítják a legjobb megvilágítás irányába. Ezek a napraforgók, az örökké alkalmazkodók, az auxint öregkorban is termelők.

A növény természetének másik szabályozója a nehézségi erő. Síkon épügy a nehézségi erő irányában nő a gyökér, s pontosan ellenkező irányban a törzs, bizonyos szögben meghajolva a mellékszár, mint a hegy oldalán. A nehézségi erőt is az auxin fogja fel, s épügy szabályozza a növény a növesztővel a sejtnyúlást a nehézségi erő szerint, mint ahogy a fény szerint. Ha a növesztő klasszikus kísérleti növényét, a zabcsirát oldalt fektetjük, a csirahüvely vízszintes, tehát a nehézségi erőhöz viszonyítva természetellenes irányba kerül. Erre a csúcsa nyomban elfordul, s végül felfelé hajlik, mint ahogy egyoldalú megvilágításban a fényforrás felé görbül. A vizsgálat kimutatta, hogy a görbülést ez esetben is a növesztő okozza, mert a vízszintes helyzetbe fektetett zabcsira csirahüvelyében az alsó oldalon több növesztő vándorol lefelé, mint a felsőn.

S miként a hormonkészítmények hatását a szellemi működésben megdöbbenve vesszük tudomásul, azonképpen megdöbbeneti a kutatót, mikor látja, hogy a kémiailag ma már jól ismert, sőt iparilag is előállítható növesztőt bizonyos vegyületekkel meg lehet akadályozni munkájában. Közismert piros festék az eozin, magyarul hajnalpír. A kémia többféle eozint ismer, az egyiknek a vegytan rettenetes barbárságú nyelvén tetrabromfluoresceinnátrium a neve. Nem ok nélkül írtam ide ezt a kifejezést, hanem azért, mert ez az eozin tízezerszeres hígításban képes a növesztő munkáját megsemmisíteni. A csirahüvely ezzel a híg eozinoldattal érintkezve, elveszti tájékozódását a fény és a nehézségi erő iránt. A kísérleti üvegben a csiranövények egyenesen felfelé nőnek, egy csepp eozinoldat, s a csirák összevissza hajlanak, sem a fény, sem a nehézségi erő nem hat rájuk. Valóságos növényi bolondokháza. Ha a kukoricaszemet csiráztatva, gyökerét eozinoldatba mártjuk, a gyökér egy ideig nem követi növekedésében a nehézségi erő irányát, hanem abban az irányban nő, amelybe beállítjuk. Ekként akár felfelé is. Ilyen módon a növényt — képletesen mondva — akár a feje tetejére állíthatjuk, mindaddig nem veszi észre, amíg az eozinoldat hatása el nem múlik.

Valamikor inkább csak költői hasonlat volt, ha a tavaszi nedvek pezsdtítéséről beszéltünk. Ma valóság. Anyagi, kémiai valóság, kép lettel felírható, kísérletekkel bemutatható valóság. A rügyek márkibontakoztak, a fiatal hajtások, levelek elfoglalták jellegzetes helyüket a térben, a növény természetének megfelelő módon gyarapította törzsét, szárát. A virágok már kifejtették pazar pompájukat, a növényház ragyogását már élveztük. A növénykutató most már valamivel többet tud. Ismeri azt az anyagot, amely a tavasz csodáját elindítja és vezérli. A csoda továbbra is csoda marad, a növényi hormonok ismerete csak

azt az anyagi ismeretet gyarapította, amely az élet eszköze, az élet maga most is örök titok, a hormont továbbra is a növény, a megismerhetetlen örök növény termeli, de ennyi is értékes a kutató szemében, ennyi is nagy haladás.

Valamikor nagy vívmánynak tekintették, hogy sikerült a növényi test bizonyos szerves anyagait, a szénhidrátokat, fehérjéket, zsírokat megismerni s ezek szerepét tisztázni a növény anyagcseréjében. Akkoriban azt hitték, hogy ezzel vége a növény és az élet kémiai kutatásának. De azután jött a katalízis misztériuma. És felfedezték az élő szervezetek katalizátorait, az enzimeket. Az enzimek ismerete leplezte a csírázás és a táplálkozás sok titkat. Végül felfedezték a hormonokat. Ezek azokba az életfolyamatokba világítottak be, amelyek a növekedésben és az ingerjelenségekben mutatkoznak. Az enzimekkel és a hormonokkal — növénytanban a hormonokhoz számítjuk a vitaminokat is — új természetű anyagokat ismertünk meg. A szénhidrátok, zsírok, fehérjék az élet tömeganyagai, magukban tehetetlenek. Ellenben az enzimek és a hormonok — s az öröklés szerveiben, a kromoszómákban felfedezésre váró különleges anyagok — hihetetlenül kis mennyiségben keringenek a növényben és általában az élő szervezetekben, de hatásuk mennyiségükhöz képest óriási. Ezért a tömeganyagokkal szemben nagy teljesítményű anyagoknak nevezzük. Ez a meghatározás és a nagy teljesítményű anyagok ismerete kétségtelenül jelentékeny lépés az élet titkainak természettudományi megfejtésében.

RAPAICS RAYMUND