



MECHANISMUS ÚČINKU

ENZYCORP Global Ltd.

© 2014

Tento dokument a jakákoli mapa nebo statistiky zde uvedené jsou bez zaujetí vůči jakémukoli statutu nebo svrchovanosti nad kterýmkoli územím, k vymezení mezinárodních hranic a hranic s názvem jakéhokoli území, města nebo oblasti.

Citujte tuto publikaci jako:

ENZYCORP Global s.r.o. (2014), WORMSAKTIV Stimul – Mechanismus účinku 2014 (cs-CZ), ENZYCORP Publishing.

<http://www.enzycorp.cz/>

Statistické údaje obsažené v tomto dokumentu jsou dodávány v rámci odpovědnosti příslušných orgánů. Používání takových dat podle ENZYCORP není dotčeno statutem jiných lékařských nebo biotechnologických hledisek, tvrzení, žádostí a stanovisek za podmínek mezinárodního práva.

Zpracoval: Cover © ENZYCORP/Mark D.

Autor: RNDr. Zdeněk Šavrda

Corrigenda k ENZYCORP publikacím lze nalézt online na adrese:

<http://www.enzycorp.org/publishing/corrigenda>.

© ENZYCORP Global 2014

Můžete kopírovat, stáhnout nebo vytisknout obsah ENZYCORP pro vlastní potřebu, a může obsahovat ukázky z ENZYCORP publikací, databází a multimediální výrobky vlastních dokumentů, prezentací, blogů, webových stránek a výukových materiálů, za předpokladu, že jsou uvedena vhodná uznání ENZYCORP jako zdroje a vlastníka autorských práv. Všechny žádosti o veřejné nebo komerční účely a překladatelských práv by měly být předkládány na rights@enzycorp.org. Žádosti o povolení k fotokopii části tohoto materiálu pro veřejné nebo komerční účely musí být směřovat přímo na Copyright Clearance Centre (CCC) na info@copyright.com nebo Centre français du droit d'exploitation de COPIE (CFC) na contact@cfcopies.com.

Auxiny

Ze všech rostlinných hormonů byly jako první objeveny auxiny. Po dlouhá léta byl znám vlastně jen jedna látka tohoto typu, a sice **kyselina β -indolyloctová** (angl. Indoleacetic Acid, zkráceně **IAA**). Dnes víme, že se v rostlinách vyskytují ještě nejméně tři další organické kyseliny s podobným účinkem:

- kyselina 4-chlorindolyloctová,
- kyselina β -indolylmáselná,
- kyselina fenyloctová.

Kromě toho můžeme v rostlinách najít další tři velmi podobné sloučeniny, které však považujeme pouze za prekurzory auxinů (indolylacetaldehyd, indolylacetonitril a indolyletanol).

Velmi snadno se oxidují na IAA.

Známe však i několik uměle připravených látek s účinkem charakteristickým pro auxiny - jde o aromatické sloučeniny s karboxylovou skupinou, což jsou zřejmě dva nezbytné předpoklady pro ovlivnění příslušných receptorů v rostlině (např. kyselina α -naftalenoctová, α -NAA).

Ze všech jmenovaných auxinů a jejich prekurzorů máme nejvíc poznatků o tvorbě, transportu a degradaci kyseliny indolyloctové. Její **syntéza** je možná několika cestami, které vycházejí z aminokyseliny *tryptofanu*. Enzymy, které se na této syntéze podílejí, jsou nejvíce aktivní v mladých rostoucích částech rostlin. Apikální meristémy v nadzemních částech a mladé listy jsou tedy hlavními místy syntézy IAA. Odbourávání (degradace) IAA začíná obvykle ztrátou karboxylové skupiny.

Kromě řízení rychlosti syntézy a degradace IAA může rostlina kontrolovat její koncentraci pomocí dočasné inaktivace vazbou na některé organické látky, zejména na cukry a aminokyseliny. Z těchto konjugátů se pak IAA snadno uvolňuje pomocí hydrolytických enzymů. Vázaná IAA má velký význam jako zásobní forma, která může být ukládána v semenech a rychle aktivována při klíčení.

Transport IAA v rostlině má několik zvláštností. Na rozdíl od většiny ostatních metabolitů, jen zřídka bývá nalézána v lýku či v xylému. Nejčastěji je vedena parenchymatickými buňkami v blízkosti cévních svazků. Tento transport je poměrně pomalý (jen asi 10 mm za hodinu) a vyžaduje metabolickou energii. Plazmatické membrány překonává symportem s vodíkovými ionty.

Další zvláštností je výrazně polární charakter transportu IAA - v nadzemních částech se pohybuje vždy od růstového vrcholu a od mladých listů směrem ke kořenům (= bazipetálně). Tento způsob transportu nutně vyžaduje i jistý způsob polarizace plazmatické membrány (její rozdílné transportní vlastnosti v různých částech buňky). Rychlost transportu auxinů může být významně ovlivňována působením některých specifických metabolitů, zejména ze skupiny flavonoidů.

Působení auxinů na procesy v rostlinách je mnohostranné. Nejznámější je stimulace dlouhivého růstu buněk, částečně i rychlosti dělení, a to často již v koncentraci 10^{-8} M. Stejně tak dobře prozkoumaný je kladný vliv zvýšené koncentrace auxinů na růst kořenů, zvláště na četnost větvení a na tvorbu adventivních kořenů. Tato vlastnost má široké praktické využití při zakořeňování řízků rostlin (nejúčinnější bývá kyselina indolylmásečná).

Vliv auxinů na buněčné aktivity se v přírodních podmínkách uplatňuje i při poranění, kdy stimulují tvorbu ochranné vrstvy z korkovatělých buněk zacelujících ránu. Bylo ale zjištěno, že účinek auxinů na dělení se projevuje pouze za přítomnosti dalších fytohormonů ze skupiny cytokininů. Auxiny mohou také ovlivňovat tvorbu některých dalších fytohormonů (např. etylénu, který má převážně inhibiční účinky) a působit tak nepřímo, zprostředkovaně.

Auxiny jsou také zapojeny do řízení pochodů, kterými rostlina reaguje na jednostranné působení prostředí (*gravitropismus*, *fototropismus*). Ty budou podrobněji probrány v dalších kapitolách.

Obtížně vysvětlitelný je podíl auxinů na *apikální dominanci* růstu (inhibiční vliv vegetačního vrcholu na níže položené pupeny), která je u rostlin běžným jevem.

Podle původní představy byla "nadvláda" vrcholového meristému vysvětlována vysokou koncentrací auxinů transportovaných z vegetačního vrcholu.

Jak je známo, příliš vysoká koncentrace auxinů (zhruba nad 10^{-4} M) může mít již výrazně inhibiční účinky na růst. Tudíž by mohla i brzdit rozvoj níže položených pupenů. Nové poznatky svědčí spíše v neprospěch klasické auxinové teorie - mezi stupněm inhibice pupenů a rychlostí přítoku nativních auxinů nebyla zjištěna kladná závislost. Na druhé straně však víme, že jistý podíl auxinů na apikální dominanci je zcela nepochybný. Působí však pravděpodobně v interakci s jinými fytohormony, či nepřímo usměrňováním translokace látek v lýku.

Velmi složité je také vysvětlení **mechanismu působení** auxinů v buňkách. Stimulace dlouhivého růstu je tradičně vysvětlována vlivem auxinů na roztažitelnost buněčné stěny. K tomu dochází pravděpodobně vlivem sníženého pH v buněčné stěně, jako následek zrychlení transportu vodíkových iontů přes plazmalemu stimulačním působením auxinů na činnost protonových pump. Toto působení ovšem není přímé, ale zprostředkované přes receptory auxinů v plazmatické membráně a řetězec druhotných mediátorů v buňce.

Moderní výzkumy se však neomezují pouze na změny vlastností buněčné stěny, ale také na vnitrobuněčné procesy, které mohou být pod jejich vlivem. Bylo dokázáno, že auxiny jsou schopny velmi rychle měnit genovou aktivitu (především na úrovni transkripce). Z plazmatické membrány bylo již izolováno několik proteinů, které mohou sloužit jako receptory IAA. Neznáme však dosud přesněji průběh celého přenosu signálu, avšak je velmi pravděpodobný fosfolipidový mechanismus, o kterém byla již zmínka v obecném úvodu.

Gibereliny

Objev této skupiny fytohormonů je přibližně stejně starý jako v případě auxinů (pozorování účinků ve dvacátých letech a izolace ve třicátých letech tohoto století). Byl učiněn v Japonsku a na dlouhou dobu zapomenut - teprve od padesátých let se začaly gibereliny skutečně intenzivně zkoumat. V současné době známe asi 85 různých giberelinů, ovšem řada z nich budou asi jen fyziologicky inaktivní prekurzory či málo účinné formy.

Všechny gibereliny patří mezi terpeny s 18 až 20 uhlíky ve čtyřech kruhových systémech a nejméně s jednou karboxylovou skupinou. Jsou proto kyselé povahy. Označují se zkratkou GA (Gibberellic Acid) s číselným indexem. Byly nalezeny u všech dosud zkoumaných druhů cévnatých rostlin i u značného množství druhů rostlin nižších. Některé jsou společné mnoha druhům (např. GA1), jiné lze najít mnohem vzácněji.

Syntéza giberelinů *in vivo* vychází z acetátových skupin, ze kterých se tvoří kyselina Mevalonová a isopentenyl-pyrofosfát, jako základní stavební prvek všech terpenů. Degradace giberelinů v rostlinách je velmi pomalá, ale často dochází k inaktivaci vazbou s jinými sloučeninami. Konjugáty s glukózou (glukosidy) jsou velmi důležitou zásobní formou giberelinů.

Pravděpodobně každá rostlinná buňka má jistou schopnost tvořit gibereliny, nicméně v některých orgánech je tato tvorba zvláště intenzivní. K nim patří především mladé listy, které produkcí giberelinů mohou velmi zrychlovat růst stonku. Neobyčejně vysoká koncentrace giberelinů bývá pravidelně zjišťována v mladých, vyvíjejících se semenech. Transport giberelinů, na rozdíl od auxinů, není jen bazipetální, ale všestranný, a může probíhat v lýku i v xylému. Syntéza giberelinů probíhá nejen v nadzemních částech, ale i v kořenech, ovšem vlastní růst kořenů je jimi jen velmi málo ovlivňován. Spíše bývá zjišťováno, že většina produkce giberelinů je transportována xylemem do nadzemních částí.

Z **fyziologických účinků** giberelinů je nutno na prvním místě jmenovat obecnou stimulaci růstu, zejména pak dlouhivého růstu stonku. Geneticky pozměněné rostliny s poruchou syntézy giberelinu mají zakrslý vzrůst a jejich reakce na uměle dodaný giberelin je překvapivě rychlá.

Gibereliny mají významnou funkci při klíčení semen. Na počátku klíčení se uvolňují hydrolýzou z konjugovaných zásobních forem, později jsou produkovány embryem. Stimulují tvorbu a vylučování hydrolytických enzymů, a tudíž řídí i rychlost uvolňování substrátu z rezerv v semeni pro růst klíčící rostlinky. Zvýšení koncentrace α -amylázy v aleuronové vrstvě obilek bývá také používáno jako biotest na stanovení koncentrace giberelinů v extraktech.

Mechanismus působení giberelinů není zatím dokonale poznán. Je však jisté, že stimuluje dělení buněk (zkrácením G1 a S-fáze), hlavně však jejich dlouhivý růst v sub-apikálních růstových zónách. Ke zrychlení dlouhivého růstu buněk dochází především zvýšením roztažitelnosti buněčné stěny. Gibereliny brání reakcím, které ztužují buněčnou stěnu, ale na rozdíl od působení auxinů nedochází ke změně její acidity. Na rychlost růstu působí příznivě i velké množství hexos, uvolňovaných při stimulované hydrolýze polysacharidů, neboť ty jsou zdrojem energie a stavebního materiálu pro rostoucí buňky. Navíc přispívají ke zvýšení osmotického tlaku, a tedy i k následnému zvýšení turgoru. Ten, jak již víme, je nutným předpokladem růstu. Zmíněná stimulace tvorby hydrolytických enzymů působením giberelinů se vysvětluje aktivací genů a zrychlením procesu transkripce.

Experimentálně bylo zjištěno, že aplikací giberelinů lze někdy přerušit dormanci semen i pupenů a nahradit tak vlastně působení nízkých teplot, dlouhé fotoperiody či červeného světla, které jsou jinak na odstranění dormance nutné. Stejně tak mohou gibereliny někdy nahradit účinek dlouhého dne při indukci kvetení. Mechanismus ani fyziologický význam těchto účinků není dosud uspokojivě vysvětlen.

Gibereliny dokážeme vyrábět synteticky ve směsi s auxiny, pomocí patentované technologie, ze směsi jejich prekurzorů, za katalytického působení hemolytických enzymů. Jejich biotechnologická produkce je drahá a proto i praktické využití v malém rozsahu je omezené. Přesto se používají zejména tam, kde záleží na zvětšení rozměrů rostlin či jejich orgánů (např. byl zkoušen postřik hroznů révy vinné). Zvětšení rozměrů rostlin ošetřených gibereliny však nebylo v některých případech spojeno se vzrůstem hmotnosti sušiny. Kombinace giberelinů s auxiny, cytokininy, aminokyselinami, Fe²⁺ a dalšími bioaktivními látkami, tuto možnost minimalizovalo a prosadilo synergický účinek.

Cytokininy

Na počátku padesátých let byly na několika výzkumných pracovištích usilovně hledány a testovány látky, které by mohly regulovat rychlost buněčného dělení (cytokineze). Toto úsilí bylo motivováno nejen možnými aplikačními aspekty, ale vycházelo i z potřeby lépe vysvětlit růstově-regulační procesy. Rozkladem DNA byla získána sloučenina nazvaná kinetin, která byla sice velmi účinná, ale - jak se později zjistilo - v rostlinách se volně nikdy nevyskytuje. Teprve v šedesátých letech se skutečně podařilo z rostlin extrahovat přirozeně se vyskytující (nativní) látky s velmi podobnou strukturou a účinky jako měl kinetin. První izolace se podařila z endospermu nedozrálých obilok kukuřice (*Zea mays*) - proto dostala nově objevená sloučenina název zeatin. Je asi vůbec nejhojnější ze všech cytokininů, kterých dnes již známe několik desítek. Část z nich nacházíme v rostlinách ve volné formě, část jich bývá vázána na některé jiné sloučeniny (např. jako atypické báze v tRNA, nikoli však v DNA!). Spolu se synteticky připravenými analogy představuje celá skupina cytokininů více než 200 sloučenin. Z chemického hlediska jsou si všechny cytokininy dosti podobné, ovšem tvorba různých derivátů je zde častější než u jiných fytohormonů. Základní kostru tvoří *adenin*, na který je připojen boční řetězec (např. isopentenyl u jednoho z velmi běžných cytokininů, isopentenyladeninu). Kromě toho se na každý z cytokininů může napojovat ribóza za vzniku nukleosidu (ribosidu) a po připojení fosfátové skupiny vznikají nukleotidy. Ty jsou obvykle nejčastější transportní formou cytokininů. Největší regulační účinky však mívají jen základní formy, označované též jako *volné báze*.

Syntéza cytokininů se odvozuje od adenosinmonofosfátu, ze kterého se pak odštěpuje fosfátová skupina a ribóza. Obdobně jako u auxinů a giberelinů je i zde možná tvorba konjugátů (zejména glykosidů), které mohou být využity k ukládání do rezervních orgánů či pro transport. Také u cytokininů máme potíže s přesným určením místa jejich syntézy, neboť toto nemusí být totožné s místem jejich nejvyšší koncentrace. Existují ale dostatečné důkazy o zvláště intenzivní syntéze cytokininů v kořenových špičkách, odkud jsou rozváděny xylémem do ostatních orgánů. U některých druhů rostlin byla dokazána tvorba cytokininů i v nadzemních částech. Nejčastěji však mladé listy a jiné nadzemní orgány s meristemy, v nichž pravidelně zjišťujeme vysokou koncentraci cytokininů, jsou jimi v hojné míře zásobovány z kořenů.

Mechanismus působení cytokininů je znám jen v omezené míře. Jejich hlavní účinek na iniciaci a zrychlení celého cyklu při dělení buněk je pravděpodobně dosahován několika různými regulačními mechanismy. Jedním z nich je zvýšení aktivity některých proteinkináz, zapojených do řízení chodu buněčného cyklu. Významný je také vliv cytokininů na urychlení přepisu DNA a tím i zkrácení syntetické fáze cyklu. Účinek cytokininů na dělení buněk je podmíněn přítomností auxinů, které ovlivňují především iniciaci replikace DNA.

I přes dosud neuspokojivé znalosti mechanismu působení, máme mnoho experimentálních údajů o chování rostlin po aplikaci cytokininů. Velká část jich byla získána při kultivacích meristémů *in vitro*. Z nich je zcela zřejmá koordinace působení cytokininů s auxiny nejen při již zmíněném dělení buněk, ale především při jejich diferenciaci. Jen za určitého poměru koncentrací těchto dvou fytohormonů regenerují z kalusové kultury dokonale vyvinuté rostliny. Při převaze auxinů je preferována tvorba kořenů, nadbytek cytokininů vede pouze k tvorbě stonků a listů.

Cytokininy podporují tvorbu pupenů u dvouděložných rostlin a ruší jejich dormanci (způsobenou např. apikální dominancí), ovšem další růst iniciovaných pupenů je možný pouze za spoluúčasti auxinů a giberelinů.

Významný je také účinek cytokininů na zpomalení některých projevů stárnutí. Mnoho pokusů bylo prováděno zejména s listy, které si podstatně déle zachovávají funkční chloroplasty a vysoký obsah chlorofylu jestliže je v nich obsah cytokininů zvýšen (umělou aplikací či přirozenou cestou po zakořenění řapíku). Ukazuje se, že cytokininy především chrání membrány před degradací (antioxidační ochrana nenasycených mastných kyselin). Neméně významný je i poznatek, že orgány se zvýšeným obsahem cytokininů jsou přednostně zásobovány metabolity rozváděnými v lýku, což má význam nejen pro zpomalení stárnutí některých orgánů, ale zejména pro preferenční zásobení rostoucích částí rostliny. Také rychlost toku asimilátů do zásobních orgánů může být řízena cytokininy.

Z dalších zjištěných účinků cytokininů můžeme ještě jmenovat stimulační vliv na klíčení semen. V odstranění jejich dormance do jisté míry nahrazují vliv nízkých teplot. Významný stimulační vliv byl pozorován při tvorbě funkčních chloroplastů z proplastidů (včetně zvýšení rychlosti tvorby gran a chlorofylu), což lze vysvětlit zrychlenou tvorbou specifických proteinů. Obtížněji vysvětlitelná je však celá řada dalších účinků, např. na tvorbu plodů, rychlost dozrávání, atd.

Při studiu fenolických látek v rostlinách byla v minulosti nalezena řada fenolických sloučenin a to nejen kyselina 3,4,5-trihydroxybenzoová (gallová) či 2-hydroxybenzoová (salicylová), ale také alicyklické sloučeniny; kyselina šikimová a chorismová. Následně byla popsána tzv. šikimátová cesta biosyntézy aromatických amino- a hydroxykyselin.

Cytokinin jsou charakterizovány širokým spektrem účinků. Stimulují buněčné dělení, podporují rašení pupenů, zpomalují stárnutí listů, aktivují syntézu RNA a bílkovin a porušují dormanci semen a apikální dominanci (Kováč, 1991).

BUNĚČNÉ DĚLENÍ

Jedním z nejvýznamnějších účinků je aktivace buněčného dělení čili cytokineze a odtud je také jejich pojmenování (Kincl a kol., 2000). Ve všech místech, kde dochází k intenzivnímu dělení pletiv, nacházíme vysoké koncentrace aktivních cytokininů a dochází zde k urychlení tvorby DNA (Procházka a kol., 1998).

REGENERACE ORGÁNŮ

V kulturách in vitro bylo pozorováno, že účinek cytokininů je ve spojení s účinkem auxinů základem regeneračních procesů. Využívá se to také v podmínkách in vivo při poranění rostlin. O tom, jak regenerace bude probíhat, rozhoduje poměr koncentrací auxinů a cytokininů. Pokud je jejich poměr vyrovnaný, tvoří se pouze kalus. Nadbytek cytokininů vede k tvorbě kalusu a regeneraci prýtlů. Převažují-li auxiny, vzniká kalus a dochází k regeneraci kořenů. Různými změnami média můžeme docílit regenerace celé rostliny (Procházka a kol., 1998).

HABITUACE BUNĚK VŮČI CYTOKININŮM

Po explantaci většina rostlinných pletiv potřebuje k dalšímu dělení a růstu přítomnost cytokininů v médiu. U některých typů kultur tento požadavek mizí a jsou schopny dále růst bez přidávaných cytokininů.

Tento jev se nazývá habituace. Podstatou habituace je autoinduktivní působení cytokininů, což znamená, že dochází k zvýšení syntézy endogenních cytokininů vlivem aplikace cytokininů do média. Habituace probíhá i v intaktních rostlinách.

Cytokinin mohou porušovat dormanci semen.

Klíčení semen u Lociky salátové (*Lactuca sativa*) je stimulováno ozářením červeným světlem a ve tmě neprobíhá. Cytokinin mohou nahradit červené světlo a podporují klíčení semen salátu i ve tmě. Pokud kombinujeme cytokinin a červené světlo, dochází k synergickému zvýšení účinku (Hess, 1983). Bylo již zjištěno, že cytokinin působí jako antagonisté auxinů a potlačují apikální dominanci.

Aplikací cytokininů dochází k větvení stonku a důsledkem je zrušení apikální dominance (Procházka a kol., 1998).

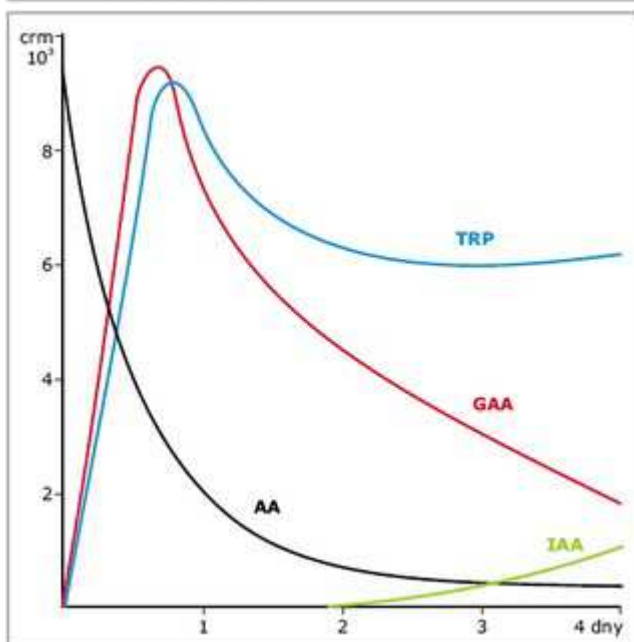
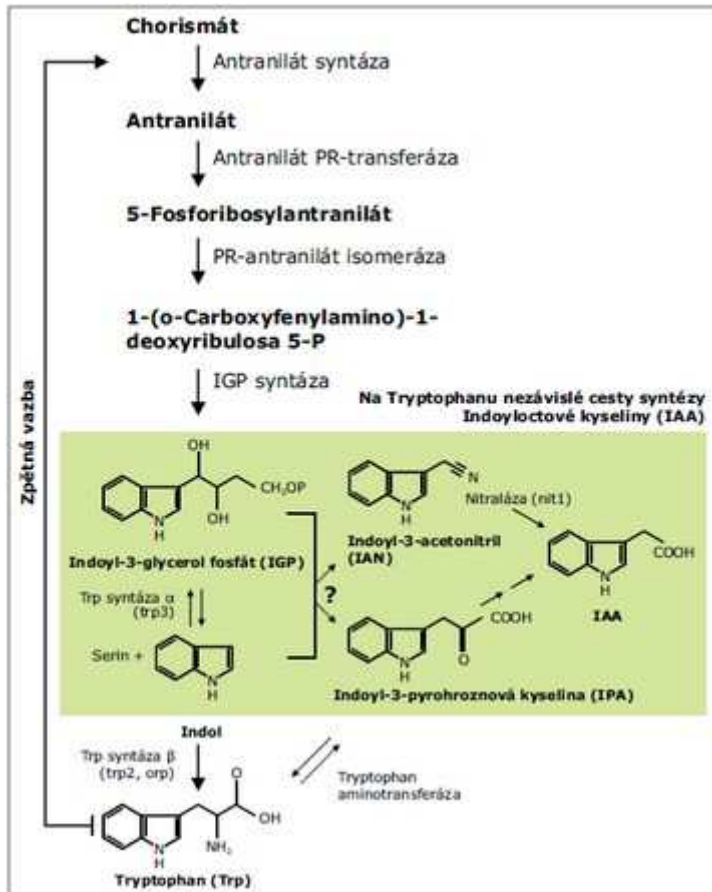
U rostlin bylo jednoznačně stanoveno, že cytokininy stimulují nejen růst, ale i zakládání pupenů. Platí to pro okrajové pupeny na listech *Bryophyllum daigremontianum* nebo u segmentů hypokotylů *Inu* (*Linum usitatissimum*), ale i u zakládání pupenů mechu *Funaria hygrometrica* (Šebánek a kol, 1983).

Cytokininy výrazně zpomalují stárnutí listů (senescenci). Listy na světle velmi rychle ztrácejí chlorofyl, žloutnou a pomalu začíná rozklad nukleových kyselin i proteinů. Tento proces stárnutí můžeme výrazně zpomalit aplikací cytokininů (Procházka a kol., 1998).

Tento jev byl pozorován na několika případech. Uříznuté listy např. tabáku (*Nicotiana tabacum*) umístěné ve vlhké komoře pomalu žloutnou a toto žloutnutí lze zpomalit aplikací cytokininů. Ošetříme-li část izolovaného listu drženého ve tmě kinetinem, zjistíme, že neošetřená část zežloutne rychleji, než ošetřená část.

Naneseme-li současně na jinou část listu radioaktivně značenou aminokyselinu, můžeme pozorovat pohyb aminokyseliny ke kinetinu. Mluvíme tedy o atrakci kinetinem. Dokazujeme tím, že vlivem cytokininů jsou v zelené části listu syntetizovány bílkoviny (Šebánek a kol, 1983).

Obr. 1 a 2 - Biosyntéza Tryptophanu a IAA



Při této biosyntéze, která probíhá v rostlinách a vyšších mikroorganismech, má významné místo 2-aminobenzoová (antranilová) kyselina (AA), která je dále metabolizována převážně na L-tryptophan (TRP). L-Tryptophan je přímým prekurzorem biosyntézy přirozeného a nejdůležitějšího fytohormonu ze skupiny auxinů - kyseliny indolyl-3-octové (IAA). Kyselina 2-aminobenzoová vzniká též i katabolickými reakcemi z L-tryptophanu.

Přípravkem **WormsAktiv Stimul** dodaná volná kyselina 2-aminobenzoová je během 12 až 24 hodin zcela metabolizována a je vázána v rostlinných tkáních jako glykosid a současně je využívána k syntéze L-tryptophanu. Vznikající L-tryptophan může být též immobilizován ve formě glykosidu, nebo je využíván k biosyntéze IAA, případně i bílkovin.

Vzniklá IAA podporuje růst rostlin za předpokladu, že rostlina je v růstové fázi, kterou auxin výrazně ovlivňuje. Toho využívají popsané stimulatory aplikované v přesných dávkách v průběhu citlivých růstových fází rostlin, zejména v průběhu odnožování obilnin a před květem olejnin. Jestliže IAA není využita, ukládá se ve formě neaktivního glykosidu. Přebytek IAA působí též inhibičně na další syntézu a IAA již dále nevzniká. V rostlinách je přebytek glykosidu IAA (GAA) ukládán do endospermu semen a po aktivaci výrazně ovlivňuje jejich klíčivost.

Aby nedocházelo k předčasnému rozpadu IAA v buňkách rostlin, je třeba částečně omezit účinek auxin oxidázy (i dalších peroxidáz). To lze zajistit vhodnými fenolickými sloučeninami - kyselina 2-hydroxybenzoová, nebo 4-hydroxyacetanilid apod., které jsou v přípravku, přirozenou cestou syntetizovány.

Kombinací kyseliny 2-aminobenzoové a 2-hydroxybenzoové vzniká synergická směs. Navíc přídavek kyseliny L-glutamové, (2-amino-1,5-pentadiová) příznivě ovlivňuje další pochody v rostlinách. Kyselina glutamová je zapojena do metabolismu dusíku, zvláště biosyntézy základních aminokyselin. Je prekurzorem cyklické aminokyseliny Lprolinu, který vzniká jako ochranná látka proti šoku způsobenému náhlou změnou počasí, nebo i použitými pesticidy.

Regulace růstu je ovlivněna asi 14 až 21 dnů. Vznikající auxin významně ovlivňuje další vývojové fáze rostlin (vegetativní růst, přechod do generativního růstu – ovlivnění kvetení a opylování, ukládání asimilátů, kvalita plodů i semen a podobně). Při aplikaci herbicidů odstraňuje stresový šok, způsobený i selektivními herbicidy.

V přípravku **WormsAktiv Stimul**, je auxin syntetizován z indol-3-glycerol fosfátu (prekurzor tryptofanu) přes indol-3-pyruát, kde Glycin a kyselina glutamová jsou základní metabolity procesu tvorby rostlinných tkání a chlorofylové syntézy. Tyto aminokyseliny přispěly ke zvýšení koncentrace chlorofylu v tkáních, což vede k vyššímu stupni fotosyntézy. Díky tomu je rostlina zelenější a fotosyntéza je účinnější.

Aminokyseliny mají vliv na chelatační přenos mikro-živin. Když jsou aplikovány spolu se stopovými prvky, absorpce a doprava stopových prvků uvnitř tkáně je jednodušší.

L - glycin a L - Kyselina glutamová je známo, že velmi efektivní chelatační činidla. Aminokyseliny jsou prekurzory nebo aktivátory pro fytohormony růstových látek.

L - Methionin je předchůdce ethylenu a růstové faktory, jako je Espermine a Espermidine, které jsou syntetizovány z 5 - adenosyl methionin. L - tryptofan je prekurzor pro syntézu auxinu. L - Arginin indukuje syntézu květů, ovoce a související hormony.

L - Proline napomáhá plodnosti pylu. L-lysin, L-methionin, kyselina glutamová, jsou důležité esenciální aminokyseliny pro optimalizaci využití fotosyntézy. L-Proline a Hydroxy Proline působí především na hydrické bilanci posílení buněčné stěny tak, aby zvýšily odolnost vůči nepříznivým klimatickým podmínkám. L - alanin, L - valin a L - Leucin zlepšuje kvalitu plodů.

L - histidin pomáhá při správném zrání plodů.

ENZYCORP GLOBAL S.R.O.

ENZYCORP Global je mezinárodním výrobcem unikátních BioTech organických sloučenin využitelných v oblastech, jako je zemědělství, vodní hospodářství, energetika a / nebo zdravotní péče. ENZYCORP Global je v čele úsilí o porozumění a pomoci lidem po celém světě v těchto oblastech k lepšímu. ENZYCORP Publishing šíří intenzivně výsledky organizace v oblasti biotechnologií její výzkum a vývoj, sociální a environmentální otázky, stejně jako úmluvy, pokyny a normy dohodnuté jejími partnery, jako jsou univerzity, aj.

ENZYCORP GLOBAL

ENZYCORP PUBLISHING, Pod Marketou 22, 104 00 PRAHA 10

(PN – P - 00207)