

## Humínové látky, základ účinnosti rôznych kondicionérov na báze uhlíka

**Humínové látky** sú prírodné látky, ktoré sa nachádzajú v pôde a kaustobiolitoch (rašeline, hnedom uhli a lignite). Sú jednou zo základných zložiek uhoľnej hmoty. U mladších druhov predstavujú dokonca hlavnú časť celkovej organickej hmoty. Humíny sú zmesi rôznych látok, líšiacich sa svojimi fyzikálnymi vlastnosťami.

Dosiaľ sa nepodarilo izolovať žiadnu zložku ako chemické individuum. Humínovými látkami sa nazývajú žltohnedé či tmavohnedé látky, ktoré sa rozpúšťajú v roztokoch alkalicky reagujúcich látok, z ktorých sa opäť vylučujú pôsobením kyselín. Ako dôležitá zložka pôdy vznikajú biochemickými premenami (tlením) organických (prevažne rastlinných) zvyškov a sú hlavnou zložkou prírodného humusu.

Štruktúra humínových látok je veľmi rozmanitá a líši sa podľa náleziska, ale i doby odberu vzoriek, lebo humínové látky sa chovajú ako živý organizmus a za vhodných podmienok menia svoju štruktúru. Tento cyklus premeny je dôležitou súčasťou pôdotvorných procesov. Prejavujú sa ako netaviteľné amorfné zlúčeniny kyslého charakteru, ktoré pri karbonizácii neposkytujú decht, ale poskytujú veľké množstvo CO<sub>2</sub>. Sú nehydrolyzovateľné, peptizovateľné za normálnych teplôt a majú veľkú odolnosť voči rozkladu.

V roztokoch sa prejavujú ako lyofóbne koloidy so značnou sorpčnou schopnosťou. Vyznačujú sa veľkým obsahom vody, ktorú nie je možné mechanicky odstrániť. Ide o zmes humínov (nerozpustné vo vode), humínových kyselín (rozpustné v alkáliách, nerozpustné v kyselinách, s obsahom uhlíka 57 %), fulvokyselín (zostávajú rozpustené v kyslom prostredí, obsah uhlíka nižší cca 46 %) a humatomelanových kyselín (rozpustné v alkohole a acetylbrómide, s obsahom uhlíka cca 60 %). Nerozlišuje sa ostrá hranica medzi stanovením humínových a fulvokyselín z dôvodu rôzneho stupňa disperzity týchto látok, ktorá sa prejavuje rôznou rozpustnosťou vo vode a hodnotou disociačnej konštanty ako uvádzajú vo svojich prácach Wilson *et al.* (1987), Schultzer (1994), <http://www.sdas.cz/showdoc.do?docid=244>.

Humínové látky predstavujú špecifickú skupinu vysokomolekulárnych látok, ktoré vznikajú pri procese rozkladu organických zvyškov v pôde, to znamená pri procese ich humifikácie. Množstvo uhlíka, ktorý sa viaže na humínové kyseliny pôdy, rašeliny a uhliá takmer štvornásobne prevyšuje množstvo uhlíka viazaného v organických látkach všetkých rastlín a živočíchov na celom svete. Je preukázané, že humínové látky plnia v pôde nasledujúce funkcie: akumuláciu, zásobováciu, regulačnú, ochrannú. Už niekoľko desaťročí je preto snaha získať humínový preparát, ktorý má rovnaké, alebo aspoň veľmi podobné vlastnosti ako prírodné humáty a dodatočnými aplikáciami za jeho pomoci zlepšiť pôdne podmienky, či posilniť fyziológiu rastliny.

Z komerčného hľadiska je však problematické, ako určiť kvalitu humínového preparátu.

Z chemického hľadiska majú humínové látky vysokomolekulárnu a nízkomolekulárnu časť.

Vysokomolekulárne časti pôsobia pozitívne na fyziológiu rastliny, ale do bunkovej sústavy rastliny sa dostanú iba vďaka nízkomolekulárnej časti. Intenzívnym využívaním poľnohospodárskej pôdy dochádza všeobecne na celom svete k vyčerpaniu pôdneho potenciálu a nutnosti doplniť do pôdy to, čo z nej bolo postupne vyčerpané, alebo čo bolo utlmené. Pre získanie veľkého a dlhodobého výnosu teda nestačí spoliehať sa len na biologické možnosti poľnohospodárskych kultúr. Samozrejme, že je nevyhnutné využívať vysoko výnosné odrody, efektívne spôsoby poľnohospodárskej techniky a fytotechniky, hnojenia, ale nedá sa zaobiť ani bez regulátorov rastu rastlín, ktoré na konci dvadsiateho storočia získali rovnako veľký význam ako pesticídy a hnojivá.

V súvislosti so zavádzaním súčasných technológií pre zintenzívňovanie pestovania poľnohospodárskych kultúr do rastlinnej výroby má stále väčší význam otázka vývoja technológie ako získať a využívať adaptované rastové regulátory, predovšetkým v oblastiach tzv. rizikového poľnohospodárstva a v zónach s intenzívnym celoročným využívaním pôdy. Často pri tom vzniká nevyhnutnosť stimulovať vývoj a zvyšovať potenciálne možnosti odolnosti rastlín voči nepriaznivým klimatickým podmienkam (<http://www.humagro.sk>).

Tieto okolnosti vyvolali v posledných rokoch aktívny rozvoj trhu s ponukami koncentrovaných

humínových preparátov. Napríklad na západoeurópskom trhu sú humínové preparáty burzovým produktom a za posledné roky sa objem ich veľkoobchodného predaja zvýšil niekoľkonásobne.

Hlavnými spotrebiteľmi sú krajiny, kde sa po celý rok intenzívne využíva pôda a v súvislosti s tým je tam tiež intenzívnejší prirodzený úbytok humusu. Najväčšími výrobcami a spotrebiteľmi humínových preparátov sú USA, Austrália, Čína a Rusko. V samotnom Rusku, kde bol primárny výskum vždy na vysokej úrovni, sa za posledných päť až sedem rokov zvýšil objem predaja týchto preparátov desaťnásobne. Najväčšími spotrebiteľmi humátov na území Ruska sú južné oblasti (napr. Krasnodarský kraj), kde je dlhodobým intenzívnym hospodárením pôda stresovaná vysokým obsahom nespotrebovaných chemických prostriedkov na ochranu rastlín. Kvôli tomu pôda, hoci ide o černozem, neobsahuje aktívne časti humínového spektra. Humáty sú veľmi účinným pomocníkom i v oblastiach, kde sú poľnohospodári obmedzovaní tzv. „nitratovou smernicou.“ Znižovanie dávok minerálnych hnojív vďaka humatizácii a zvyšovanie odolnosti rastlín proti chorobám vďaka ochrannému efektu humátov bude v budúcnosti veľmi intenzívne sa rozvíjajúcou problematikou.

Prvou generáciou humínových preparátov sa dnes nazývajú komerčne vyrábané humínové prípravky, ktoré sa získavajú ťažbou a následnou fyzikálnou a chemickou úpravou suroviny podobnej uhlíu. Jedná sa o nezuhoľnatenú časť organických látok, bežne nazývanú leonardit, oxyhumolit alebo kapucín.

Už na konci 19. storočia zaznamenali nemeckí a ruskí vedci vysokú biologickú aktivitu týchto materiálov a od začiatku 20. storočia sa datuje priemyselná výroba týchto tzv. uhoľných humátov. Za viac než sto rokov boli tieto technológie vylepšované až do dnešnej podoby. Všetky tieto technológie sú si však navzájom veľmi podobné - spočívajú vo vyťažení suroviny a jej následnej úprave s cieľom získať humínové látky obsiahnuté vo východiskovom materiáli. Nízkomolekulárne časti humínového spektra a soli humínových kyselín sú vo východiskovom materiáli zvyčajne málo zastúpené.

Humínové kyseliny, ktoré majú aj jedinečnú vlastnosť naviazať na seba ťažké kovy, tu síce zostali, ale za túto dobu na seba naviazali veľké množstvo týchto prvkov, ktorých je potom nutné čistený humát zbavovať, a tým sa získanie tohto typu humátu predražuje. Tieto produkty mnohokrát, podľa údajov výrobcov, obsahujú tiež nízkomolekulárnu časť humínového spektra. Výrobcovia najkvalitnejších humátov španielskej či americkej výroby deklarujú až 6 % fulvokyselín. Tieto údaje však treba brať s rezervou - ani najlepší ťažobný stroj neovplyvní zloženie ložiska leonarditu a výsledný humát bude mať iba tú časť humínového spektra, ktorá mu za milióny rokov zostala.

Druhou generáciou humínových preparátov sú humáty vyrobené z rašeliny a jazerných usadenín. Ide

spravidla o pomerne kvalitné, slabo koncentrované roztoky, veľmi drahé pre veľko-poľnohospodársku výrobu.

Obsahujú spravidla do 8 % humínových látok (vysokomolekulárna časť) a z hľadiska logistiky sa vlastne preváža 92 % vody, čo predražuje aplikáciu už tak drahého produktu. Cena týchto humátov v závislosti na kvalite kolíše od 8,- do 35,- USD za liter pričom na kvalitu produktu má rozhodujúci vplyv východisková surovina. Najmä pri jazerných usadeninách je problém s vyváženosťou kvality základnej suroviny. Pri oboch prvých generáciách humínových preparátov musia výrobcovia riešiť problémy s predchádzajúcim odlučovaním ťažkých kovov a tento technologický úkon výrazne predražuje finálny produkt.

Ako najjednoduchšia sa preto javí cesta použiť takú východiskovú surovinu, ktorá žiadne ťažké kovy ani škodliviny neobsahuje.

Humusové látky sa podľa zloženia rozdeľujú na humínové kyseliny, fulvokyseliny a humíny (Vrba,

Huleš, 2006). Humínové kyseliny sú najkvalitnejšou zložkou humusových látok. S vápnikom a horčíkom tvoria vo vode nerozpustné humáty vápenaté alebo horečnaté, ktoré ovplyvňujú priaznivo technologické vlastnosti pôd všetkých druhov (napr. zvyšujú súdržnosť ľahkých pôd a zlepšujú drobivosť a spracovateľnosť

ťažkých pôd). Viazu na seba tiež rad ťažkých kovov (Cd, Pb, Zn, Hg, ai.) do ťažko rozpustných zlúčenín, a tak obmedzujú ich pohyb v pôde a príjem rastlinou. Patria k zlúčeninám s pomerne veľkou molekulou, aj keď nie je doteraz známy presný obraz jej zloženia. O základnom zložení humínových kyselín je známe, že obsahujú vo svojej molekule uhlík, dusík a kyslík, prípadne ďalšie prvky ako je fosfor ai. **Uhlíka obsahujú 52 - 62 %, vodíka 2,5 - 5 %, dusíka 3 - 5 %, kyslíka 30 - 39 %.** Prvkové zloženie humínových kyselín však nič nehovorí o usporiadaní ich molekuly. Je známe, že humínové

kyseliny sú veľké častice (asi 6 - 8 nanometrov) guľovitého tvaru a ich roztoky majú koloidnú povahu.

V molekule humínových kyselín sa nachádzajú zvyšky rôznych látok, z ktorých vznikali, ako sú aminokyseliny, fenoly a podobné látky. Veľmi významné sú chinoidné skupiny, ktoré sprostredkujú prenos kyslíka. Vo vode sú humínové kyseliny nerozpustné, ale niektoré ich soli, ako je humát sodný a draselný, sa vyznačujú veľkou rozpustnosťou. Významnou schopnosťou humínových látok je vytváranie tzv. organominerálnych komplexov, ktoré vznikajú, ak sa molekuly humínových kyselín spoja rôznymi väzbami s ílovými minerálmi v pôde. Pritom sa spájajú častice ílových minerálov s nerozpustnými humátmi vápnika a inými iónmi a tým sa vytvárajú obrovské molekuly s veľkým povrchom a značnou schopnosťou pútať rôzne ióny - sorpčný komplex. Existujú hnedé a sivé humínové kyseliny. Z nich sivé kyseliny sú celkovo priaznivejšie. Majú silnú sorpčnú schopnosť s iónmi Ca, vytvárajú neutrálny, nasýtený humus. Hnedé humínové kyseliny sú nepriaznivejšie. Tvoria silne hydrofilné ťažšie sa zrážajúce koloidy. Vytvárajú tak kyslý, nenasýtený humus.

**Fulvokyseliny obsahujú o niečo menej uhlíka (pod 50 %) a dusíka (menej ako 3 %) oproti humínovým**

kyselinám a majú zrejme menšiu molekulu ako humínové kyseliny. Sú rozpustné vo vode, v hydroxidoch a kyselinách, teda sú v pôde značne pohyblivé. Ich vápenaté, horečnaté soli a tiež soli Cd, Pb, Zn sú rozpustné vo vode. S hydroxidom železitým a hlinitým vytvárajú fulvokyseliny rozpustné komplexné zlúčeniny. Táto ich vlastnosť je dôležitá pre pohyb minerálnych látok v pôde, významne pôsobí v podzolizačných procesoch. Zvýšený obsah fulvokyselín v pôde (typické pre kyslejšie pôdy) sprístupňuje uvedené prvky do foriem prijateľných pre rastliny. Ich elementárne zloženie je C: 45 - 48 %, H: 5 - 6 %, O: 43 - 48,5 %, a ďalšie prvky podľa pôvodu ich vzniku. Majú koloidný charakter a v pôde sú voľne pohyblivé rovnako ako ich soli.

S hliníkom a železom tvoria komplexné zlúčeniny, rozpustné a silne pohyblivé pri kyslej reakcii prostredia. Ich kationová výmenná kapacita je asi 3 000 mmol na 1 kg. Prevažia fulvokyselín v rozhodujúcej miere ovplyvňuje aciditu pôdneho roztoku a podmieňuje priebeh podzolizačného pôdneho procesu.

**Humíny** sú v podstate humínové kyseliny pevne viazané na minerálny podiel pôdy, predovšetkým na ílové minerály typu montmorillonitu, čo vysvetľuje ich veľkú odolnosť voči kyselinám, zásadám a mikroorganizmom.

Sú to teda chemicky rôznorodé látky, bohaté na minerálne zložky. Postupne sa pretvárajú v pôde do početných útvarov veľmi odolným voči rôznym činiteľom.

Pri sledovaní vplyvu humínových látok na rastliny je potrebné rozlišovať dva smery vplyvu, ktoré vždy neoddeliteľne spolupôsobia a sú rovnako významné. Je to na jednej strane vplyv humínových látok na pôdu, na prostredie rastlín a teda na rastlinu prostredníctvom pôdy. Na druhej strane ide o priamy vplyv humínových látok na rastlinu, jej bunku a metabolizmus. Zistilo sa, že humínové kyseliny reagujú na oxidačnoredukčné podmienky prostredia, v ktorom sa rastliny rozvíjajú. Pri nedostatku kyslíka uľahčujú rastlinám dýchanie, čo sa vysvetľuje prítomnosťou oxichinónov v humínových látkach, ktoré pri oxidácii látok v rastlinných pletivách prijímajú vodík. Mnohí autori zistili v prítomnosti humínových kyselín zvýšenú intenzitu dýchania koreňov rastlín.

**Dôležitou vlastnosťou humínových kyselín je ich schopnosť viazať nerozpustné kovové ióny, oxidy, hydroxidy a uvoľňovať ich pomaly, keď si to rastliny vyžadujú** ([www.humintech.com](http://www.humintech.com)).

Na základe týchto vlastností sa humínové kyseliny vyznačujú tromi vplyvmi, a to fyzikálnym, chemickým a biologickým.

**Fyzikálny vplyv** sa prejavuje tým, že humínové kyseliny sa podieľajú na fyzikálnej úprave štruktúry pôdy. Zabraňujú stratám živín v ľahkých, piesočnatých pôdach, súčasne zlepšujú zvetrávanie v ťažkých pôdach a zadržiavajú vodu. Zamedzujú vzniku pôdnych prasklín a pôdnej erózii schopnosťou zlučovať koloidy. Napomáhajú pôdnemu uvoľňovaniu a rozpadu, a tým aj nárastu prevzdušňovania, ako aj pôdnej spracovateľnosti.

**Chemický vplyv** sa prejavuje tým, že humínové kyseliny chemicky menia fixačné vlastnosti pôdy. Neutralizujú kyslé aj zásadité pôdy, regulujú hodnoty pôdnej reakcie. Zlepšujú a optimalizujú príjem živín a vody rastlinami. Zvyšujú pufrčné schopnosti pôdy. Udržujú vo vode rozpustné minerálne hnojivá v oblasti koreňovej zóny a zabraňujú ich vyplavovaniu. Zvyšujú využívanie dusíka rastlinami.

**Biologický vplyv** sa prejavuje tým, že humínové kyseliny biologicky stimulujú rastliny a aktivitu mikroorganizmov.

Stimulujú rastlinné enzýmy a zvyšujú ich produkciu. Pôsobia ako organické katalyzátory v mnohých

biologických procesoch. Podporujú rast a bujnenie vhodných pôdných mikroorganizmov.

**Z ekologickeho hľadiska** humínové látky umožňujú užitočné a efektívne riešenia environmentálnych problémov a ochrany prírody. Rozvinutý koreňový systém s obsahom humínových kyselín zabraňuje príjmu dusičnanov a pesticídov z pôdnej vody. Humínové kyseliny redukujú problém zasoľovania pri aplikácii vo vode rozpustných minerálnych hnojív efektívnym spôsobom v boji proti pôdnej erózii. Humínové látky, konkrétne humínové kyseliny, sa vďaka svojim vlastnostiam javia ako potencionálne vhodné pre detoxikáciu látok kontaminujúcich životné prostredie. Najlepšie hospodárske výsledky a pozitívny vplyv humínových kyselín sa dosiahne hlavne na ľahkých a piesočnatých pôdach chudobných na humus, rovnako ako na rekultivovaných pôdach ([www.humintech.com](http://www.humintech.com)).

**Použitý prípravok HUMAC Agro** je oxihumolit s vysokým obsahom humínových kyselín, čo je istý druh hnedého uhlia. Humínové kyseliny sú prírodné organické zlúčeniny. Vznikajú rozkladom rastlín, živočíchov a syntetickou činnosťou mikroorganizmov. Prirodzene sa vyskytujú hlavne v sedimentoch, zeminách, rašeline, hnedom uhlí, lignite a niektorých iných látkach a sú hlavnou zložkou humusu v pôde.

Humínové kyseliny tvoria veľmi rozmanité vysokomolekulové polyméry s veľmi rozmanitou štruktúrou, ktorá závisí od pôvodu a miesta výskytu, lebo humínové látky sa chovajú ako živý organizmus a podľa okolitých podmienok menia svoju štruktúru. Majú vysoko priaznivý vplyv na štruktúru a vlastnosti pôdy a teda aj na rast a vývoj rastlín. Aktivizujúci účinok humínových kyselín na vývoj a rast rastlín sa objasňuje ich ionovými vlastnosťami, napomáhajúcimi rozpúšťanie a transport živín z prostredia ku koreňom rastlín. Humínové kyseliny vystupujú ako povrchovo aktívne látky na medzifázovom rozhraní živný roztok – koreň rastliny.

Znižujú povrchové napätie, čím stimulujú rast koreňa a nadzemnej časti rastliny. S prítomnosťou humínových kyselín sa spája aj zvýšenie fixácie vzdušného dusíka v pôde, pozitívne ovplyvňujú pôdnu štruktúru a zadržujú vodu v pôde. Katalyzujú mnohé biologické procesy v rastlinách a tak v nich zvyšujú obsah živín (bielkoviny, sacharidy, oleje), vitamínov (C, beta karotén) a iných účinných látok (alkaloidy, éterické oleje a pod.). Viazu makro a mikro prvky do chelátových komplexov, z ktorých ich rastliny ľahšie prijímajú. Zabezpečujú efektívnejšie využitie živín z umelých hnojív zabránením ich vyplavenia z pôdy. Dokážu zvýšiť obsah chlorofylu v rastlinách, zvyšujú adsorpciu fotónov, čím sa zlepšuje fotosyntéza a aj pri nižšej intenzite svetla (skleníky, fóliovníky) sa dosiahne kvalitnejšia úroda. Zvyšujú klíčivosť, životaschopnosť, suchomilnosť rastlín a podporujú zvýšenie úrod. V prírodných podmienkach je väčšina kovov nerozpustná, vďaka tomuto procesu

humínové kyseliny slúžia ako nosiče živín z horných vrstiev pôdy ku koreňom rastlín. Tak isto viažu na seba i vo vode rozpustné anorganické hnojivá, ktoré udržiavajú v koreňovej zóne a znižujú ich vylúhovanie, čím chránia kvalitu spodných vôd. Uvedené mechanizmy zabezpečujú, že rastliny majú viac vody a kyslíka a korene ľahšie prijímajú minerálne látky z chelátov, predovšetkým N, P a mikroprvky Fe, Cu, Mn. Pri nedostatku kyslíka uľahčujú dýchanie rastlín, čo sa vysvetľuje prítomnosťou chinónových štruktúr v humínových kyselinách, ktoré pri oxidácii v rastlinných bunkách prijímajú vodík. Podobne ako na rastliny pozitívne účinkujú aj na pôdne mikroorganizmy a napomáhajú tak ich rozvoju. Humínové kyseliny pozitívne ovplyvňujú aj pôdnu hygienu akumuláciou rôznych pesticídov a toxických kovov, ktoré pevne viažu a nedovolia ich ukladanie v rastlinách, čím sa produkujú zdravšie potraviny a krmoviny.

Je všeobecne známe, že úroda na pôdach s obsahom humusu menším ako 2 % (60 t.ha<sup>-1</sup>) sa tvorí vďaka prirodzenej úrodnosti pôdy. Podľa ruských literárnych vedeckých zdrojov sa množstvo humusu ročne znižuje o 0,5 - 1,55 t.ha<sup>-1</sup>. Aby humus neubúdala a udržiavala sa na úrovni 2 - 4 % je potrebné každoročne používať maštalný hnoj v dávke 50 - 120 t.ha<sup>-1</sup>, osievať 7 - 10 % ornej pôdy strukovino-obilnými miešankami, pestovať lupinu na 10 % ornej pôdy s jej zaoraním v jeseni. Okrem toho je potrebné drviť a zaorávať aspoň polovicu slamy pestovaných zrnín. Syntetické priemyselné hnojivá fungujú iba za prítomnosti organických látok v pôde. Pri nízkom obsahu humusu nie sú účinné ani vysoké dávky priemyselných hnojív, ktoré sa splavujú do väčšej hĺbky pôdy a stávajú sa tým neprijateľnými pre rastliny. Nedostatkem priemyselných hnojív je aj to, že nielen že neobsahujú proporcionálne zloženie minerálnych prvkov a tým viac ani biologických výživných látok, no ešte viac zosilňujú nerovnováhu minerálnych a biologických výživných zlúčenín vznikajúcu na poľnohospodárskej pôde.

Kibirev (2004) v podmienkach Zejsko-Bureinskej roviny Ďalekého východu Ruskej federácie skúšal



aplikáciu hnedého zoxidovaného uhlia (dva varianty) a sapropelu (morské alebo jazerné usadeniny organického pôvodu; hnilokal; organické bahno) v porovnaní s nehnojenou kontrolou. Oba varianty s aplikáciou hnedého zoxidovaného uhlia zvyšovali úrodu zrnovej kukurice o 110, resp. o 56 % a aplikácia sapropelu rovnako o 56 %, a čistú produktivitu fotosyntézy o 30, 29 a 21 %. V uvedených podmienkach pre prax odporúča aplikáciu hnedého zoxidovaného uhlia v dávke 30 t.ha<sup>-1</sup> suchej hmoty štyri roky pred začatím využívania osevného postupu. V našich podmienkach sa v pokuse s HUMACom Agro (podobnou látkou ako skúšal Kibirev, 2004) dosiahlo miernejšie zvýšenie úrody zrna kukurice – maximálne o 26,8 %.

Využitím hnedého zoxidovaného uhlia sa v špecifických pôdno-klimatických podmienkach Ďalekého východu Ruskej Federácie zaoberali tiež Golov (1988, 2001) a Prokopčuk a Kibirev (2001).

Na zlepšenie pôdnych vlastností a zvýšenie úrody, resp. zlepšenie jej kvality v diferencovaných podmienkach Ruskej federácie skúšali aplikáciu sapropelu ako miestne dostupného prírodného zdroja organickej hmoty v úlohe pôdneho kondicionéra Kirijčeva, Chochlova (1998, 2002), Kirijčeva (2001), Kirejčeva, Nguen Suan Chai, Kornejeva (2001), Morozov, Pavlov, Kokunova (2001), Prokopčuk, Kibirev (2001) a Nadočij (2005).

Vplyvom oxyhumolitu sa zvyšuje i úroda zrna jačmeňa (Gonet *et al.*, 1996), pričom sa zároveň zvyšuje aj obsah dusíka v rastlinách. Zvýšenie úrody pri aplikácii humátov do pôdy zaznamenal aj Patil (Patil *et al.*, 2011). Pozitívny vplyv listových aplikácií bol zistený aj pri humátoch získaných z iných prírodných látok (Ali, Elbordiny, 2009; Molnárová *et al.*, 2010; Mollasadeghi, 2011; Shahryari a Mollasadeghi, 2011; Rafat *et al.*, 2012).

Negatívne vplyvy pri pestovaní sóje je možné do určitej miery eliminovať aplikáciou biologicky aktívnych látok založených ako na báze fytohormónov, tak i humínových kyselín, prípadne ich kombinácií.

Použitie humínových látok je veľmi rozšírené nielen z dôvodu podpory rastu rastlín, ale tiež prispieva ku zvýšeniu aktivity prospešných pôdnych mikroorganizmov, čo znamená, že tieto látky neovplyvňujú len ošetrované rastliny, ale i ich okolité pôdne prostredie.

Jednou z možností zvýšenia produkčného potenciálu sóje je uplatnenie pôdnych a rastových kondicionérov. Štranc *et al.* (2010b) overovali adaptogény - brassinosteroidy a prípravok Lexin (auxíny +humínové kyseliny a fulvokyseliny) v aridnej oblasti stredných Čiech. Vo väčšine prípadov tieto adaptogény zvýšili úrodu semien v menej priaznivých podmienkach, pretože podporili mobilizáciu obranných alebo reparačných procesov voči stresovým podmienkam.

V pokusoch so sójou boli zaradené perspektívne stimulatory rastu napr. Lignohumát B, Lexin, Fortehum L/K. Na základe fyziologických meraní prístrojom Yara N-tester overované stimulatory zvyšovali obsah chlorofylu v listoch sóje. Najvyšší obsah chlorofylu v listoch sóje bol po aplikácii prípravku Lexin, o 10,8 % oproti neošetrenej kontrole. Lexin je založený na báze auxínu, humínových kyselín a fulvokyselín, pôsobí ako rastlinný stimulator a súčasne ako adaptogén a pôdny kondicionér. Lignohumát B vzniká v procese organickej transformácie odpadu pri spracovaní dreva, je teda celulózneho pôvodu a tvoria ho humínové kyseliny a fulvokyseliny. Fortehum L/K je prírodná látka s výraznou biologickou účinnosťou, je hnedouhoľného pôvodu a skladá sa z humínových kyselín. Na základe dvojročných výsledkov Štranc *et al.* (2006, 2010a, 2010b) a Eggert *et al.* (2010) konštatujú, že stimulatory rastu sú najúčinnnejšie v stresovaných porastoch sóje (v podstate to platí u všetkých plodín). Účelnosť ich použitia je potrebné posudzovať v širších súvislostiach, resp.

ku stavu porastu sóje, pestovateľskej úrovni, produkčnému potenciálu stanovišťa a k priebehu počasia. Rastliny ošetrované humátmi sa rýchlejšie prispôbujú podmienkam prostredia. Lepšie odolávajú nepriaznivým vplyvom, napr. hubovým chorobám, chladu a zvyšujú svoju výkonnosť (Novák, Cibulka, 2005).

Centrum výskumu rastlinnej výroby, Výskumný ústav agroekológie Michalovce, ( Ing. Stefan Toth a kol. 2013)