

Vliv některých humusových frakcí na růst a glycidový metabolismus rostlin

Der Einfluss einiger Humusfraktionen auf das Wachstum und Glyzidenmetabolismus der Pflanzen

VLADIMÍR TICHÝ

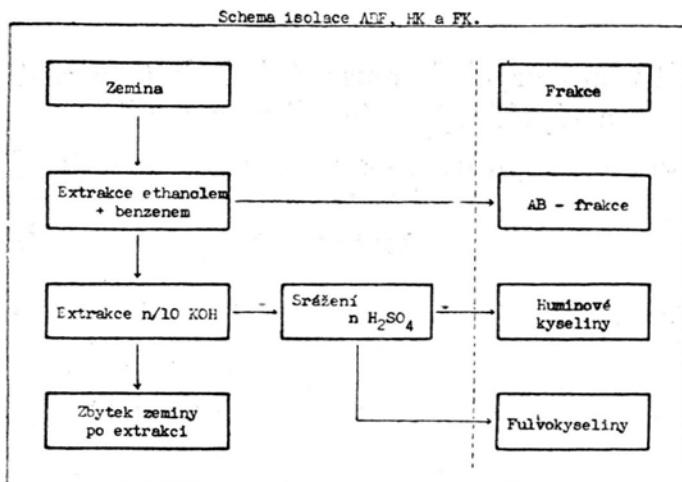
Význam humusových látek pro rostliny byl již mnohokráte zdůrazňován. Dnes existuje celá řada prací, které se tímto problémem zabývají. Obírají se především biologickým účinkem huminových kyselin, které jsou typickou, poměrně snadno připravitelnou součástí organické půdní hmoty. Tyto huminové kyseliny jsou však pouze jednou z mnoha skupin organických látek vyskytujících se v půdě a je proto nutné rozšířiti studium vlivu humusových látek na rostliny i na další sloužky humusu. Je to v podstatě řešení otázky vlivu kvality humusu na růst a metabolismus rostlin, na jehož nutnost poukazují a poukazovali již dříve různí autoři.

Poměrně nejlépe jsou prozkoumány biologické účinky huminových kyselin. Jejich studiu se věnovali ve velké míře autoři polští, sovětí, němečtí i francouzští. Méně byl zkoumán účinek fulvokyselin a látek extrahovatelných alkoholem, resp. i benzenem. Vzhledem k aktuálnosti téhoto problémů jsem provedl — částečně ve spolupráci s Dr Zdeňkem Sladkým — některé pokusy, o jejichž výsledcích podávám stručnou zprávu. Předmětem pokusů bylo srovnání biologických účinků tří různých frakcí organické půdní hmoty, isolovaných následujícím způsobem (obr. 1):

Kompostová zemina byla extrahována v Soxhletově přístroji směsí alkoholu a benzenu. Výtažek byl odpařen a suspendován ve vodě. Tuto frakci označuji jako alkoholbenzenovou frakci (ABF). Zbytek zeminy byl extrahován n/10 KOH, z extraktu sraženy kyselinou sírovou huminové kyseliny a použity ve formě humátu draselného. Filtrát byl zneutralisován a použit jako frakce fulvokyselin. Obsahoval vzhledem k přípravě vždy něco síranu draselného, jehož množství bylo ve všech pokusních variantách upravováno na stejnou koncentraci. Pokusy byly provedeny v pískových kulturách. Jednotlivé frakce byly do písku vpraveny jednorázovým nasycením roztokem nebo suspensí, které obsahovaly 0,1; 1; 10 a 100 mg dané frakce na 1 litr destilované vody. Na takto připravených substrátech byla pěstována pšenice Niva po 10 dní.

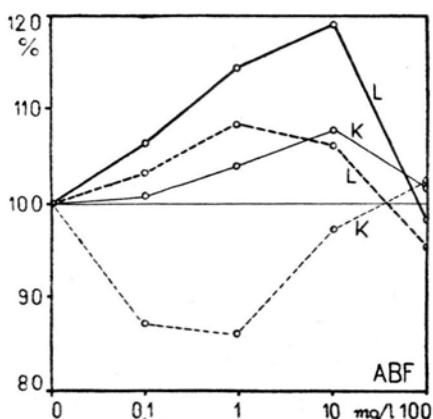
V první části pokusů jsem sledoval váhu rostlin a jejich částí a dospěl jsem k těmto výsledkům:

Alkoholbenzenová frakce (obr. 2) způsobuje zvětšení svěží váhy i sušiny listů až do koncentrace 10 mg/l, při koncentraci 100 mg/l jejich váhu opět



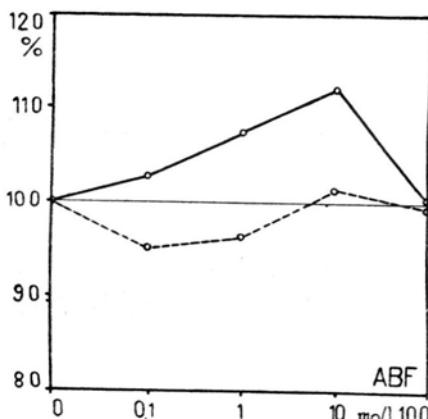
Obr. 1. Schema isolace alkoholbenzenové frakce, humátu draselného a fulvokyselin

Abb. 1. Die Trennung der alkoholbenzolischen Fraktion, des Kaliumhumats und der Fulvosäuren (schematisch)



Obr. 2. Vliv alkoholbenzenové frakce na svěží váhu (—) a sušinu (....) listů (L) a kořenů (K) pšenice

Abb. 2. Der Einfluss der alkoholbenzolischen Fraktion auf das frische Gewicht (—) und auf das Trocken gewicht (....) der Blätter (L) und Wurzeln (K) des Weizens

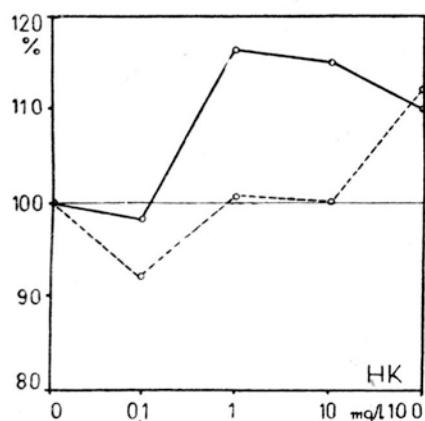


Obr. 3. Vliv alkoholbenzenové frakce na svěží váhu (—) a sušinu (....) celé rostliny pšenice

Abb. 3. Der Einfluss der alkoholbenzolischen Fraktion auf das frische Gewicht (—) und auf das Trocken gewicht (....) der ganzen Weizen pflanze

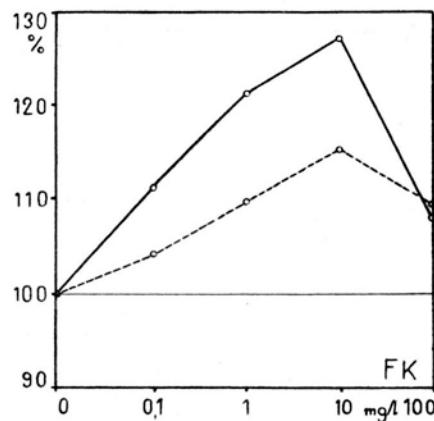
snižuje. Podobné jsou změny svěží váhy kořenů. Sušina kořenů byla však nižšími koncentracemi snižována, vyššími prakticky nezměněna. Svěží váha celé rozstliny byla tedy alkoholbenzenovou frakcí zvětšována až do koncentrace 10 mg/l, při čemž sušina zůstala prakticky nezměněna (obr. 3). Z toho lze učinit závěr, že změny, které alkoholbenzenová frakce způsobuje, spočívají v hromadění vody v tkáních a ve zvýšeném ukládání sušiny v listech na úkor kořenů. Maximální změnu způsobují koncentrace 1 až 10 mg/l.

Humát draselný působil na listy i kořeny obdobně. Svěží váha celé rostliny byla zvyšována koncentrací 1 až 100 mg/l, sušina pouze koncentrací 100 mg/l (obr. 4). To znamená, že humát draselný zvětšuje nejen



Obr. 4. Vliv humátu draselného na svěží váhu (—) a sušinu (....) celé rostliny pšenice

Abb. 4. Der Einfluss des Kaliumhumats auf das frische Gewicht (—) und auf das Trockengewicht (....) der ganzen Weizenpflanze



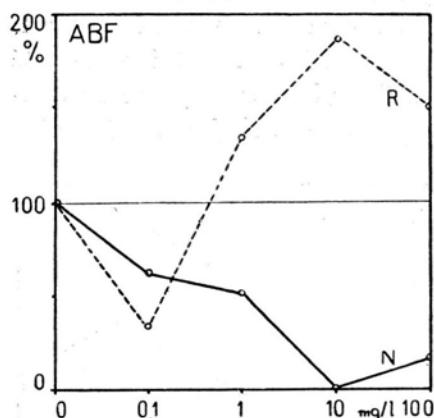
Obr. 5. Vliv frakce fulvokyselin na svěží váhu (—) a sušinu (....) celé rostliny pšenice

Abb. 5. Der Einfluss der Fulvosäurenfraktion auf das frische Gewicht (—) und auf das Trockengewicht (....) der ganzen Weizenpflanze

obsah vody v tkáních a ukládání sušiny v nadzemních částech, ale při koncentraci 100 mg/l též tvorbu nové organické hmoty.

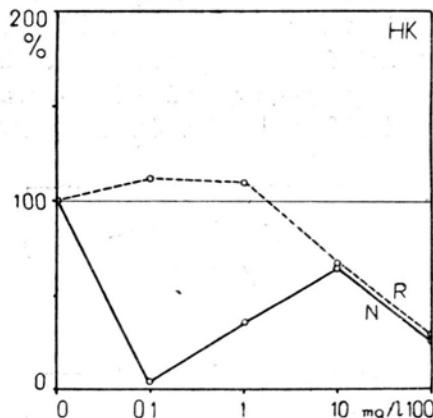
Frakce fulvokyselin zvětšuje svěží váhu listů i kořenů a sušinu listů. Sušina kořenů se v podstatě nemění. Váha celé svěží rostliny i její sušiny se tudíž vlivem fulvokyselin zvětšuje a je největší při koncentraci 10 mg/l (obr. 5). Neúměrné zvětšení svěží váhy svědčí o tom, že účinkem fulvokyselin stoupá i obsah vody v rostlině. Fulvokyseliny se tudíž liší od ostatních frakcí tím, že zvětšují i novotvoření sušiny. Rušivý vliv síranu draselného byl omezen vyrovnáním jeho množství v substrátu. Nelze jej však zcela vyloučit vzhledem k možnosti, že jeho příjem rostlinou jest fulvokyselinami ovlivňován.

Lze tedy říci, že všechny zkoumané frakce humusových látek způsobují zvětšení svěží váhy především zvýšením obsahu vody v rostlině. Poněvadž toto působení je provázeno též prodlužováním nadzemní části i kořenů, lze mít za to, že tu jde o stimulaci růstu v jeho dlouživé fázi, která je spojena s vakuolisací buněk a zvětšením obsahu vody v tkáni. Vliv humuso-



Obr. 6. Vliv alkoholbenzenové frakce na obsah redukujících (R) a neredukujících (N) cukrů v nadzemní části pšenice

Abb. 6. Der Einfluss der alkoholbenzolischen Fraktion auf den Gehalt der reduzierenden (R) und nichtreduzierenden (N) Zucker in dem oberirdischen Teil der Weizenpflanze



Obr. 7. Vliv humátu draselného na obsah redukujících (R) a neredukujících (N) cukrů v nadzemní části pšenice

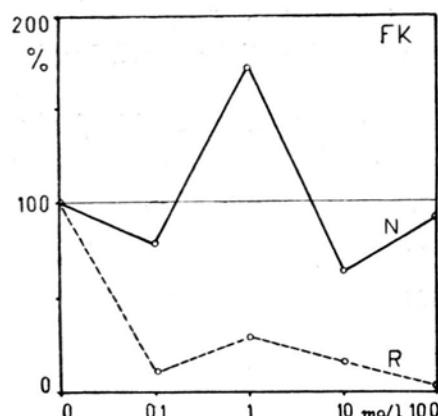
Abb. 7. Der Einfluss des Kaliumhumats auf den Gehalt der reduzierenden (R) und nichtreduzierenden (N) Zucker in dem oberirdischen Teil der Weizenpflanze

vých látek na sušinu spočívá u alkoholbenzenové frakce výhradně, u humátu draselného a frakce fulvokyselin převážně ve zvětšení jejího ukládání v nadzemní části na úkor kořenového systému. Pouze vyšší množství humátu draselného a frakce fulvokyselin mohou příznivě ovlivnit její novotvoření.

V další části pokusů jsem sledoval vliv jednotlivých frakcí na rovnováhu redukujících a neredukujících cukrů v nadzemní části rostliny.

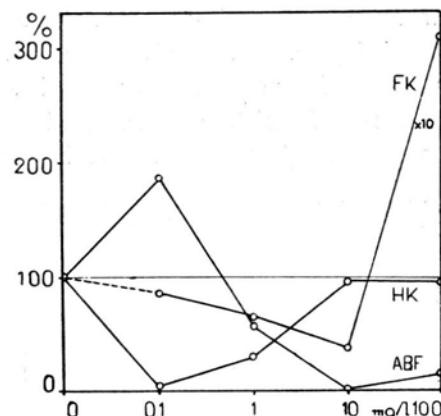
Působením alkoholbenzenové frakce klesal obsah neredukujících cukrů až ke koncentraci 10 mg/l. Cukrů redukujících po počátečním poklesu naopak přibývá (obr. 6). Přijmemme-li názor, že dýchacím substrátem rostlin je sacharosa, byl by tento úbytek vysvětlitelný tím, že alkoholbenzenovou frakcí je stimulováno dýchání. V literatuře existují skutečné údaje o zvětšení dýchání vlivem této frakce. Zvětšování obsahu redukujících cukrů svědčí též o zabrzdění synthesis sacharosy či dokonce o jejím rozpadu v monosy.

Působením humátu draselného neredučující cukry zprvu sice rovněž klesají, pak však opět stoupají a teprve v nejvyšší koncentraci znova poklesnou. Obsah monos klesá teprve účinkem vyšších koncentrací (obr. 7). Změny v obsahu obou typů cukrů účinkem humátu nasvědčují tomu, že v tomto případě není přeměna monos na sacharosu brzděna, naopak spíše podporována.



Obr. 8. Vliv frakce fulvokyselin na obsah redukujićich (R) a neredučujicich (N) cukrů v nadzemní časti pšenice

Abb. 8. Der Einfluss der Fulvosäurenfraktion auf den Gehalt der reduzierenden (R) und nichtreduzierenden (N) Zucker in dem oberirdischen Teil der Weizenpflanze



Obr. 9. Změny poměru neredučujicich cukrů k redukujićim v nadzemní časti pšenice vlivem alkoholbenzenové frakce (ABF), humátu draselného (HK) a frakce fulvokyselin (FK). Křivka FK je na obrázku zakreslena v měřítku $10\times$ zmenšeném

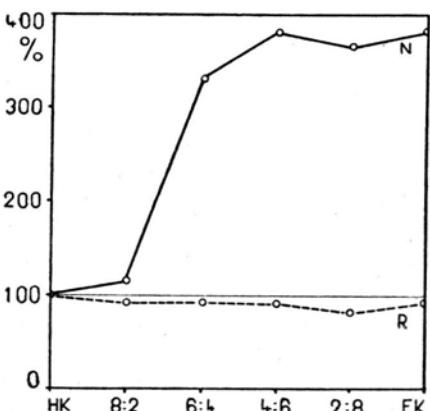
Abb. 9. Der Einfluss der alkoholbenzolisichen Fraktion (ABF), des Kaliumhumats (HK) und der Fulvosäurenfraktion auf das Verhältniss der nichtreduzierenden und reduzierenden Zucker (N:R) in dem oberirdischen Teil der Weizenpflanze. Die Kurve FK ist auf dem Bilde in einem $10\times$ verminderten Maßstabe dargestellt

a to i tehdy, ubývá-li eventuálně sacharosy vlivem dýchání. Ve srovnání s alkoholbenzenovou frakcí zvyšuje humát draselný poměr neredučujicich cukrů k redukujićim. U frakce fulvokyselin jsou poměry podobné s tím rozdílem, že poměr neredučujicich cukrů k redukujićim se ještě více zvětšuje (obr. 8). To se stane zvláště zřejmým, srovnáme-li poměr neredučujicich cukrů k redukujićim u jednotlivých frakcí (obr. 9). Zatím co alkoholbenzenová frakce (ABF) číselnou hodnotu poměru neredučujicich cukrů k redukujićim (N:R) po přechodném zvýšení snižuje, humát draselný (HK) ji

naopak po počátečním snížení opět zvýší. Fulvokyseliny (FK) ji pak zvyšují ještě daleko více.

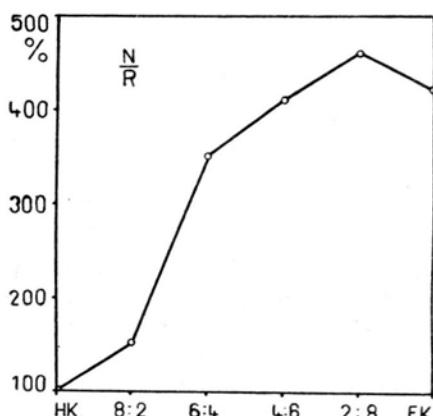
Rozdíl mezi působením humátu draselného a fulvokyselin je též patrný tehdy, mění-li se poměr humátu k fulvokyselinám v substrátu při konstantním úhrnném množství obou frakcí 2,5 mg/l. Obsah neredukujících cukrů stoupá v tom případě, zvětšuje-li se v substrátu podíl fulvokyselin na úkor humátu draselného. Obsah redukujících cukrů se při tom prakticky nemění (obr. 10). Poměr neredukujících cukrů k redukujícím se mění v důsledku toho podle křivky na obr. 11.

Lze tedy říci, že jednotlivé frakce půdního humusu mají odlišný vliv na glycidový metabolismus. Zatím co látky alkoholbenzenové frakce sni-



Obr. 10. Změny obsahu redukujících (R) a neredukujících (N) cukrů v závislosti na poměru humátu draselného k fulvokyselinám v substrátu

Abb. 10. Die Abhängigkeit des Gehaltes der reduzierenden (R) und nicht-reduzierenden (N) Zucker von dem Verhältnisse zwischen dem Kaliumhumat und Fulvosäurefraktion im Substrat



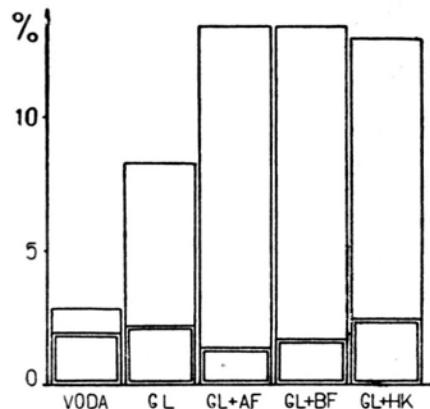
Obr. 11. Vliv poměru humátu draselného k fulvokyselinám v substrátu na poměr neredukujících cukrů k redukujícím v nadzemní části pšenice

Abb. 11. Der Einfluss des Verhältnisses des Kaliumhumates zur Fulvosäurefraktion im Substrat auf das Verhältniss der nichtreduzierenden zu den reduzierenden Zuckern in den Weizenblättern

žují obsah sacharosy, resp. její poměr k redukujícím cukrům, humát draselný a fulvokyseliny tento vliv nemají a spíše tvorbu sacharosy podporují.

V další části práce jsem hlouběji studioval vliv alkoholbenzenové frakce a humátu draselného na rovnováhu glycidů. V první variantě jsem vložil nadzemní části 10 dní starých rostlin pšenice na 8 hod. do vody, do roztoku glukosy, glukosy s alkoholickým extraktem půdy, glukosy s benzenovým extraktem půdy a glukosy s humátem draselným. Po skončení pokusu jsem stanovil v rostlinách redukující a neredukující cukry (obr. 12).

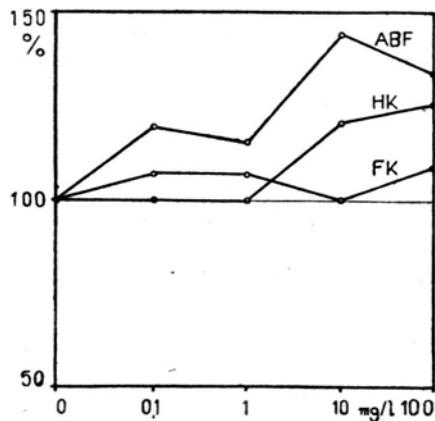
V rostlinách z glukosy samé (GL) vzrostl obsah tohoto cukru, zatím co obsah cukrů neredukujících se prokazatelně nezměnil. Všechny tři frakce zvýšily prokazatelně příjem glukosy z roztoku, při čemž alkoholický (GL + AF) a benzenový (GL + BF) výtažek snížil průkazně obsah neredukujících cukrů, kdežto humát draselný (GL + HK) toto snížení nepřivodil. Ne-



Obr. 12. Vliv alkoholického extraktu zeminy (AF), benzenového extraktu (BF) a humátu draselného (HK) na příjem glukosy (GL) nadzemními částmi pšenice a na množství neredukujících a redukujících cukrů v těchto orgánech. Množství neredukujících cukrů je vyznačeno sloupcem z dvojitých čar, množství redukujících cukrů čarami jednoduchými

Abb. 12. Der Einfluss des alkoholischen (AF) und benzolischen (BF) Extraktes und des Kaliumhumats (HK) auf die Glukoseannahme durch die Weizenblätter und auf die Menge der nichtreduzierenden (die Säulen aus Doppellinien) und reduzierenden (einfache Linien) Zucker in diesen Organen

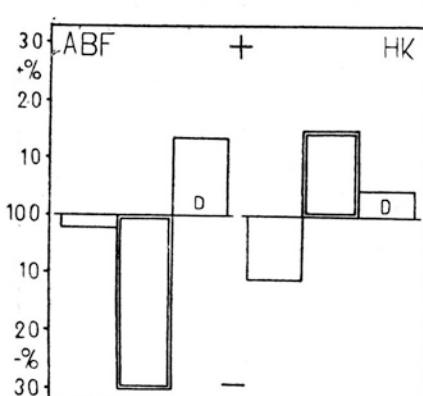
patrné stoupení obsahu neredukujících cukrů v rostlinách z roztoku glukosy s humátem draselným proti rostlinám z vody leží těsně pod hranicí průkaznosti a souvisí nepochybně s tím, že vliv humátu se obvykle projevuje až po určité indukční periodě, k čemuž zřejmě nestačilo pouhých 8 hodin. Je pozoruhodné, že k průkaznému stoupení obsahu sacharosy vlivem humátu draselného došlo při jiné variantě pokusu, kdy byly rostliny ponechány v atmosféře kysličníku uhličitého.



Obr. 13. Aktivita peroxydas v listech pšenice pěstované na substrátu s obsahem alkoholbenzenové frakce (ABF), humátu draselného (HK) a frakce fulvokyselin (FK)

Abb. 13. Die Peroxydaseaktivität des oberirdischen Teiles der Weizenpflanzen wachsenden auf dem Substrat mit der alkoholbenzolischen Fraktion (ABF), mit dem Kaliumhumat (HK) und mit der Fulvosäurenfraktion

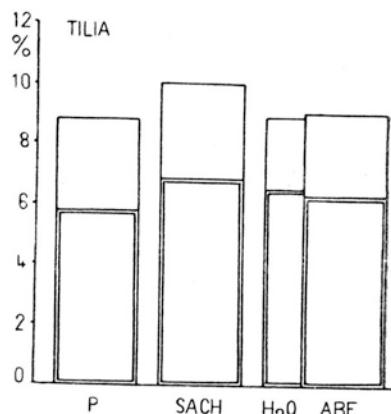
Pokusy popsané vpředu nasvědčovaly tomu, že změny v obsahu glycidů souvisejí se změnami intenzity dýchání. Svědčí o tom též aktivita peroxydas v listech, která jest nejvíce zvyšována alkoholbenzenovou frakcí, méně humátem draselným a fulvokyselinami (obr. 13). K objasnění souvislosti těchto změn s dýcháním provedl jsem další variantu pokusu s odříznutými nadzem-



Obr. 14. Vliv alkoholbenzenové frakce (ABF — levá strana) a humátu draselného (HK — pravá strana) na zvýšení (+) nebo snížení (—) obsahu redukujících cukrů (soupec z jednoduchých čar), neredukujících cukrů (soupec z dvojitých čar) a na množství vydýchaného CO_2 (soupec D) nadzemních částí pšenice

Abb. 14. Der Einfluss der alkoholbenzolischen Fraktion (ABF — die linke Seite des Bildes) und des Kaliumhumats (HK — die rechte Seite) auf die Erhöhung (+) oder Verminde rung (—) des Gehaltes der reduzierenden Zucker (einfache Linien), der nichtreduzierenden Zucker (Doppellinien) und auf die Produktion des CO_2 (Säule D) bei den Weizenblättern

ními částmi pšenice, při níž jsem sledoval změny obahu redukujících a neredukujících cukrů vlivem alkoholbenzenové frakce a humátu draselného. Současně bylo po dobu 8 hod. měřeno množství vydýchaného kysličníku uhličitého. Pokus ukázal (obr. 14), že vlivem alkoholbenzenové frakce stoupá intenzita dýchání, ubývá neredukujících cukrů, obsah glukosy se vcelku nemění. Humát draselný nezpůsobuje naproti tomu za daných podmínek a v dané koncentraci podstatné zvýšení dýchání. Obsah neredukujících

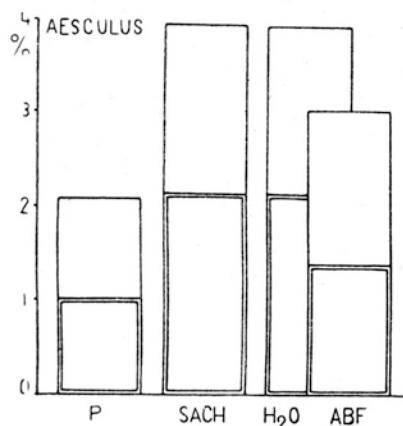


Obr. 15. Obsah neredukujících (dvojitě čáry) a redukujících (jednoduché čáry) cukrů v listech lípy (*Tilia cordata*) na počátku pokusu (P), po infiltraci sacharosou (SACH) a po následujícím působení vody (H_2O) nebo suspenze alkoholbenzenové frakce (ABF)

Abb. 15. Der Gehalt an nichtreduzierenden (Doppellinien) und reduzierenden (einfache Linien) Zuckern in den Blättern von *Tilia cordata* am Anfang des Experimentes (P), nach der Infiltration mit Saccharose (SACH) und nach folgender Behandlung mit Wasser (H_2O) oder mit Suspension der alkoholbenzolischen Fraktion (ABF)

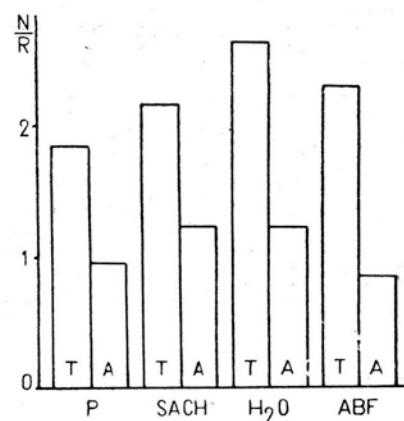
cukrů stoupá -ač ne průkazně-, obsah cukrů redukujících podstatně klesá. Poměr cukrů neredučujících k redukujícím jest alkoholbenzenovou frakcí snížen o 30%, humátem draselným ve stejně míře zvýšen.

Ve třetí variantě jsem sledoval změny v obsahu cukrů v listech lípy (*Tilia cordata* Mill.) a jírovec (*Aesculus hippocastanum* L.) vlivem alkohol-



Obr. 16. Obsah neredučujících (dvojité čáry) a redukujících (jednoduché čáry) cukrů v listech jírovec (*Aesculus hippocastanum*) na počátku pokusu (P), po infiltraci sacharosou (SACH) a po následujícím působení vody (H_2O) nebo suspenze alkoholbenzenové frakce (ABF)

Abb. 16. Der Gehalt an nichtreduzierenden (Doppelstrichen) und reduzierenden (einfache Linien) Zuckern in den Blättern von *Aesculus hippocastanum* am Anfang des Experimentes (P), nach der Infiltration mit Saccharose (SACH) und nach folgender Behandlung mit Wasser (H_2O) oder mit Suspension der alkoholbenzolischen Fraktion (ABF)



Obr. 17. Poměr cukrů neredučujících k redukujícím v listech lípy (T — *Tilia cordata*) a jírovec (A — *Aesculus hippocastanum*) na počátku pokusu (P), po infiltraci sacharosou (SACH) a po následujícím působení vody (H_2O) nebo suspenze alkoholbenzenové frakce (ABF)

Abb. 17. Das Verhältniss der nichtreduzierenden zu den reduzierenden Zuckern in den Blättern von *Tilia cordata* (T) und *Aesculus hippocastanum* (A) am Anfang des Versuches (P), nach der Infiltration mit Saccharose (SACH) und nach folgender Behandlung mit Wasser (H_2O) oder mit Suspension der alkoholbenzolischen Fraktion (ABF)

benzenové frakce se zvláštním ohledem na změny obsahu sacharosy. Odříznuté listy jsem vložil řapíky do roztoku sacharosy na 24 hod. Po té době jsem část z nich umístil do vody, část do suspenze alkoholbenzenové frakce, část usušil k analyse. Pokus jsem ukončil po dalších 24 hod. Analysy cukrů přinesly tyto výsledky:

U lípy se v roztoku sacharosy zvýšil obsah tohoto cukru jen nepatrně (SACH) Rovněž následující změny obsahu sacharosy v listech z vody i ze

suspense alkoholbenzenové frakce (ABF) jsou nepatrné (obr. 15). Mnohem markantnější výsledky jsem obdržel s listy jírovce (obr. 16). V roztoku sacharosy se zvýšilo množství redukujících i neredučujících cukrů. Zatím co se toto množství po 24 hod. stání ve vodě téměř nezměnilo, došlo účinkem alkoholbenzenové frakce k poklesu neredučujících cukrů při nezměněném obsahu cukrů redukujících. Srovnáváme-li však hodnoty poměru neredučujících cukrů k redukujícím, projeví se pokles této hodnoty vlivem alkoholbenzenové frakce nejen u jírovce, ale i u lípy (obr. 17).

Máme-li tedy zhodnotiti působení všech tří frakcí a poukázati na jejich nejvýraznější rozdíly, musíme konstatovati, že alkoholbenzenová frakce stupňuje dýchání rostliny, omezuje však přírůstek sušiny. To je provázeno úbytkem sacharosy, který rostlina nedovede nahraditi z přebytku redukujících monos, které se hromadí, aniž byly využity ke stavbě rostlinného těla. To by bylo možno vyložiti zabrzděním synthesis sacharosy i oněch pochodů, které vedou k využití cukrů při stavbě rostlinného organismu. U humátu draselného a ještě více u fulvokyselin se zvedá hladina sacharosy, glukosy ubývá, snižuje se aktivita peroxydas a cukrů vcelku ubývá při současném zvětšování absolutní váhy sušiny celé rostliny, které je procentuálně nejvyšší u fulvokyselin. To svědčí o tom, že humát draselný a fulvokyseliny na rozdíl od látek alkoholbenzenové frakce podporují skladebné pochody, které probíhají v rostlinném těle.

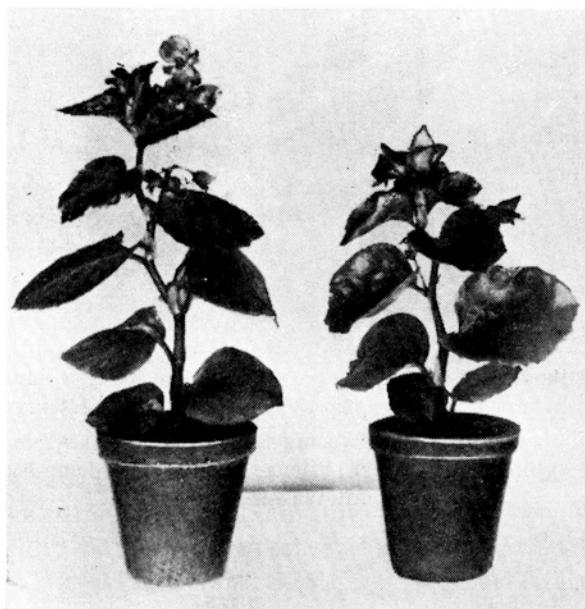
Závěrem jsme vykonali spolu s Dr Zdeňkem Sladkým pokus o vlivu humusových látek na rostlinu při jejich mimokořenové aplikaci. Přistoupili jsme k němu z dvojího důvodu:

Někteří autoří zastávají názor, že humusové látky nevstupují do rostliny a neovlivňují přímo její metabolismus, nýbrž podporují pouze rozvoj kořenové a půdní mikroflory, jejíž působení jest pak vlastní příčinou lepšího růstu rostlin. že humusové látky nemusí působit jen cestou stimulace mikroflory bylo dokázáno pokusy provedenými za sterilních podmínek. Námi provedený pokus měl — v případě kladného výsledku — uvedené závěry podepřít.

Dále, vzhledem k tomu, že účinek humusových látek na rostlinu má charakter stimulačního působení, mohlo by jeho použití v zelinářství a zemědělství vhodně nahraditi postřik rostlinnými stimulátory, který je drahý a tudíž těžko dostupný.

Pokusy jsme vykonali na rostlině *Begonia semperflorens* Link et Otto, která se projevila jako citlivě reagující pokusný materiál. K pokusům bylo vybráno ze sta rostlin 50 stejně vzrostlých jedinců, kteří měli po dvou asimilačních listech. Z těch byla jedna polovina dvakrát týdně po dva měsíce jemně postřikována dávkou cca 2 ml přípravku na jednu rostlinu. Při tom bylo dbáno, aby se postřik nedostal na půdu, v níž rostlina rostla. Druhá polovina rostlin byla stejným způsobem stříkána destilovanou vodou.

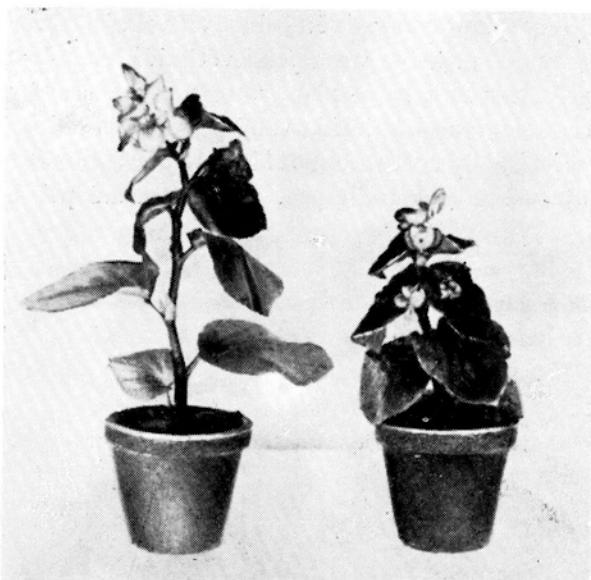
Takovéto serie byly připraveny dvě: jedna ve velkých květináčích s obsahem zahradní půdy 800 g, jedna v malých květináčích s polovičním obsahem. Roztok použitý k postřiku byl připraven z kompostové zeminy předem extrahované ethanolem a dekalcifikované kyselinou chlorovodíkovou. Alkalickou extrakcí získaný roztok odpovídající směsi humátu a fulvokyselin byl podroben dialyse a elektrodialyze. Jeho konečné pH bylo 6,5 a jeho



Obr. 18. Vliv postřikování listů *Begonia semperflorens* rostoucí ve velkých květináčích. Levá rostlina byla postřikována přípravkem humusových látek, pravá vodou

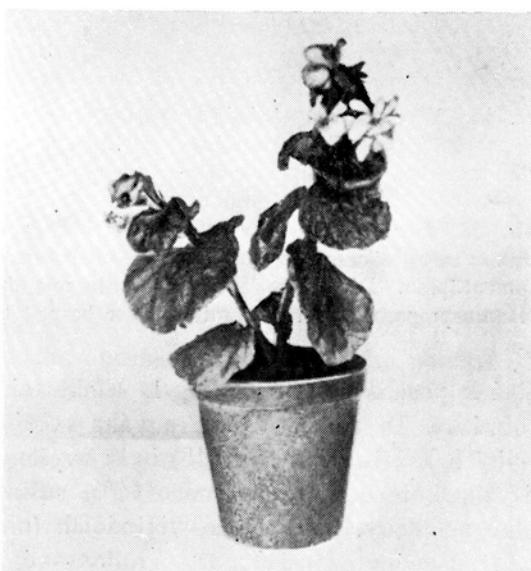
Abb. 18. Der Einfluss der Blätterbespritzung bei *Begonia semperflorens* wachsender in den grossen Blumentöpfen. Die linke Pflanze wurde mit dem Humuspräparat, die rechte mit Wasser bespritzt

konecentrace použitá k postřiku byla 300 mg/l. Efekt tohoto postřiku jest dobré patrný z obrázků 18 a 19. Vyška a váha svěží hmoty nadzemní části rostlin ve velkých květináčích (obr. 18) byly zvýšeny o 25%, její sušina o 4%. Svěží váha kořene byla zvýšena o 14%, sušina a délka kořene nebyly prokazatelně změněny. V malých květináčích (obr. 19), kde byly podmínky pro rostlinu méně příznivé, měly humusové látky aplikované na list větší efekt: lodyha byla delší o 30%, kořeny o 33%. Svěží váha lodyhy byla vyšší o 40%, kořene o 46%. Váha sušiny lodyhy byla větší o 47%, sušina kořene o 60%. Rovněž šířka a délka listů postřikovaných



Obr. 19. Vliv postřikování listů *Begonia semperflorens* rostoucí v malých květináčích.
Levá rostlina byla postřikována přípravkem humusových látok, pravá vodou

Abb. 19. Der Einfluss der Blätterbespritzung bei *Begonia semperflorens* wachsender in den kleinen Blumentöpfen. Die linke Pflanze wurde mit dem Humuspflanz, die rechte mit Wasser bespritzt



Obr. 20. Toxické působení nadměrných dávek humusových látok použitych k postřiku
Abb. 20. Die toxische Wirkung der übermässigen Dosierung der zur Bespritzung benützten Humussubstanzen

rostlin byla větší. Množství chlorofylu v listech bylo u stříkaných rostlin z velkých květináčů zvýšeno o 11%, z malých květináčů o 25%. Také dýchaní listů bylo zvětšeno, a to o 18% u rostlin z květináčů velkých a o 29% u rostlin z květináčů malých. Peroxydasová reakce byla negativní jak u rostlin stříkaných, tak u kontrol. Předosování humusových látek působí ovšem toxicky. Růst je zadržen, listy jsou svraskalé (obr. 20).

Pokus tedy ukázal, že humusové látky působí i tehdy, jsou-li aplikovány na list, a že tudíž jejich účinek není možno vysvětlovati výlučně stimulačním vlivem na půdní mikrofloru, která pak prospívá vývoji rostliny. Výrazné rozdíly v růstu a metabolismu stříkaných a nestříkaných rostlin ukazují na možnost použití tohoto způsobu aplikace humusových látek v zelinářství a zemědělství.

*Laboratoř pro fysiologii
a anatomii rostlin
University v Brně, ČSR*

ZUSAMMENFASSUNG

Der Einfluss der Humussubstanzen auf die Pflanzen ist nicht nur von ihrer Menge, sondern auch von ihrer Qualität abhängig. Verschiedene Gruppen dieser Humusstoffen wirken auf die Pflanze verschieden. In dieser Hinsicht wurde der Einfluss der alkoholbenzolischen Fraktion, des Kaliumhumats und der Fulvosäuren auf das Wachstum junger Weizenpflanzen und auf den Zuckergehalt ihrer Blätter studiert. Dazu wurden die Konzentrationen 0,1; 1; 10 und 100 mg/L angewendet.

Es wurde festgestellt, dass alle diese Stoffgruppen den Wassergehalt der Geweben steigern und dadurch ihr Gewicht erhöhen. Diese Wirkung ist grösser bei den Wurzeln, als bei dem oberirdischen Teil. Das Gewicht des oberirdischen Teiles ist auch dadurch vermehrt, dass die Trockenmasse mehr in die Blätter als in die Wurzeln eingelagert wird. Dabei wird das Trockengewicht der ganzen Pflanze entweder nicht erhöht, wie es der Fall bei der alkoholbenzolischen Fraktion oder bei den niedrigen Konzentrationen des Kaliumhumats ist, oder wird auch erhöht und zwar unter dem Einflusse der Fulvosäuren oder grösserer Konzentrationen des Kaliumhumats.

Die angeführten Humusfraktionen beeinflussen auch das Glyzidengleichgewicht in den Weizenblättern. Dadurch wird auch das Verhältniss der nichtreduzierenden Zucker zu den reduzierenden verändert. Die alkoholbenzolische Fraktion macht dieses Verhältniss niedriger, die Fulvosäuren höher. Der Kaliumhumat vermindert es nur bei niedrigeren Konzentrationen.

Zuletzt haben wir mit Dr Zdeněk S l a d k ý einen Versuch über die Applikation der Humusstoffen auf die Pflanzenblätter gemacht. Die günstige

Wirkung der Bespritzung der Pflanzen mit diesen Stoffen hat erwiesen, dass es nicht notwendig ist, ihren Einfluss ausschliesslich durch die Stimulation der Bodenmikroflora zu erklären. Grosse Unterschiede im Wachstum und Metabolismus der bespritzten und unbespritzten Pflanzen zeigen auf die mögliche Ausnützung solcher Applikation der Humusstoffen in der Gemüsepflanzung und Landwirtschaft.

Laboratorium für Physiologie

und Anatomie der Pflanzen

Universität Brno, ČSR