

Milan Š p u r n ý:

Vztahy živičných ložisek a rostlinných společenstev

(Výzkumný ústav naftový, odd. biochemie, Brno)

V rámci komplexního průzkumu naftonadějných terénů se systematicky sledují rostlinná společenstva a hledají se zákonité vztahy mezi anomálním vývojem rostlinného krytu a živičnými projevy. Biologická pozorování v těchto oblastech zatím poskytují jen neutříděný materiál, jehož nelze spolehlivě užít pro prospekční účely; celá řada pozorování však nesporně prokázala vliv zemních plynů, difundujících z ložisek živíc na rostliny a tím oprávněnost dále rozvíjet biologické vyhledávací metody.

Velmi rozvinuté jsou biologické prospekční metody aplikované na rudný průzkum; v komplexu geochemických prospekčních metod bylo s úspěchem užito analýsy popela rostlinných asociací v nadějných terénech k odhalení ložisek rud. Princip této metody spočívá v tom, že rostliny sorbují svým kořenovým systémem stopové prvky, hromadí je ve tkáni, takže v jejich popelu nacházíme anomální obsahy oligobiogenních prvků, i když ve vzorcích okolní půdy je koncentrace těchto látek pod mez postřehu (GOLDSCHMIDT V. M. 1934, RANKAMA K. 1941, von THYSEN-BORNEMISZA S. 1942). Autoři, kteří pracovali těmito metodami, uvádějí zajímavá geobotanická zjištění: např. podle výskytu slanomilného jetele *Trifolium fragiferum* bylo odhaleno solné ložisko, výskyt mechu *Hylocomium triquetrum* indikoval ložisko vápence. V lesnatém, terénu v jižní Francii byl zjištěn anomální výskyt kalcifilních rostlin na úzkém pruhu půdy v délce mnoha kilometrů, zatímco okolní vegetace patřila k běžným typům křemičitých půd; bližší zkoumání ukázalo, že pod povrchem půdy je stará římská cesta dlážděná vápencem (RANKAMA 1941). Také hygrofytní porosty (*Alnus*, *Juncus*, *Carex*) mohou mít význam, neboť ukazují na netěsnící zlomové čáry. V jižní Africe indikuje keř *Accacia glandulifera* přítomnost vodního pramene. *Viola calaminaria* var. *zinci* je indikátorem výskytu kysličníku zinečnatého, přeslička *Equisetum arvense* je označována jako zlatonosná, *Astragalus artemisiarum* sorbuje ve vysoké koncentraci selen (LAKIN H. W., HERMANN F. J. 1940, BEARTH O. A., GILBERT G. S., EPPSON H. F. 1941, 1942).

Toto úspěšné uplatnění geobotaniky v komplexní spolupráci s geologickým průzkumem vedlo v prvních fázích výzkumu naftových oblastí k přílišnému optimismu; přitom však nebyla dostatečně známa a propracována podstata rostlinné reakce na exhalaci plynů z ložisek živíc. Byly známy účinky plyných uhlovodíků parafinické řady — methanu, etanu a propanu — na půdní mikroorganismy; v laboratorních pokusech bylo ověřeno, že potlačují vývoj půdní mikroflory za současné stimulace růstu uhlovodíkových bakterií (ŠPURNÝ M., DOSTÁLEK M. 1954, str. 59). Zarážející byly výsledky testů účinnosti methanu a ostatních nasycených uhlovodíků parafinické řady na rostliny: ukázalo se, že čisté plyny v koncentracích, které se přirozeně vyskytují v biosféře, prakticky neovlivňují jejich růst. Přitom však jsou známy příklady růstové deprese po-

rostů kulturních rostlin v místech silných plynových exhalací v naftových oblastech. Např. detailní průzkum plynových výronů v prostoru vnitroalpské pánve vídeňské a v magurských flyšových sedimentech v oblasti Hluku potvrdil tyto údaje; na výchozech tektonických poruch jsme zjistili typické růstové deprese v kulturách obilovin, brambor a zeleniny (obr. 1—4). Analýsa půdy a porostu ukázala některé charakteristické anomální jevy: teplota půdy v místech výronu v hloubce 120 cm převyšovala okolní až o 50 %, půda byla obvykle vlhká až mokrá, barvy šedomodré. Toto zabarvení bylo způsobeno myceliem plísně *Aspergillus* sp. (SPURNÝ M. 1958), které hustě prorůstalo půdní agregáty; toto zamoření půdy plísní je pozoruhodné, uvážíme-li, že reakce půdy ležela na alkalické straně ($\text{pH} = 7,2$). Mikrobiologický rozbor na uhlovodíkové bakterie ukázal, že počet methan a ethan oxydujících bakterií je až o dva řády vyšší než v půdě mimo výron. Z ostatní mikroflory, která byla co do počtu druhů značně redukována, převažoval *Bacillus mycoides*. Bituminologická analýsa půdních vzorků, odebraných z místa výronu, prokázala měřitelná množství uhlovodíků vysokého oxydačního stupně (smůly a asfaltény v řádu 10^{-7} g/10 g půdy). Předpoklad výskytu rostlin jako specifických indikátorů zaplnění nebyl ve sledovaném prostoru prokázán. Rostlinný kryt v místě výronu byl značně prořídlý, zakrnělý a chlorotický; např. rostliny pšenice v místě výronu měly průměrnou výšku před sklizní 27 cm a nesly klas, v němž v průměru nebylo ani celé zrno (obr. 5), zatímco mimo výron se vyskytující normální rostliny byly 87 cm vysoké a v klasu měly průměrně 28 zrn. Spektrální analýsa popela rostlin z místa výronu prokázala výskyt některých prvků, charakteristických pro určení stáří ropy (vanadium, nikl — SPURNÝ M., DOŠTÁLEK M. 1954). Všechna tato pozorování však nevedla k jednotnému pohledu na příčinu těchto anomálních jevů. Navíc ještě nejasnost v otázkách migrace živin z ložisek k povrchu dlouho tržila výzkum na sledování účinku plyných uhlovodíků na jedné straně a kapalných na druhé, i když bylo zřejmé, že princip jejich působení na rostlinnou tkáň bude rozdílný. V tomto směru byly známy údaje ze zemědělského výzkumu (BALDWIN I. L. 1922. CARR 1919, ZOBELL C. E. 1950, DUBROVSKIJ V. P. 1953): např. kultury rostlin pěstované v půdách skropených surovou naftou, dávaly větší výnosy než rostliny z kontrolních pozemků. Zdá se, že tento efekt spočíval v prvé řadě v příznivém ovlivnění rostlin zvýšeným obsahem humosních látek, které byly v půdě syntetisovány z naftových uhlovodíků některými druhy mikroorganismů, především plísněmi rodu *Penicillium* a *Aspergillus* (SPURNÝ M. 1958).

Získané zkušenosti naznačovaly, že plyné uhlovodíky ovlivňují rostlinný kryt teprve tehdy, jsou-li přítomny ve velké koncentraci. Prakticky to znamenalo, že růstové anomálie indikují netěsnící zlomové čáry, po nichž plyny volně migrují k povrchu. V tomto případě by však geobotanické údaje neměly valnou prospekční cenu, poněvadž tak intenzivní výrony se vyskytují zřídka a jsou-li již, pak je lze hodnotit spolehlivějšími metodami.

Rozhodný obrat v dalším průzkumu znamenaly pokusy, které sledovaly působení nenasycených uhlovodíků na rostlinou tkáň (CROCKER W. 1932, PAECH K. 1950, GRÜMMER G. 1955). Ukázalo se, že z olefinů především ethylen, obsažený ve stopách v zemních plynech, působí charakteristické jevy růstové deprese rostlinných porostů, deformaci os nadměrným růstem do tloušťky a epinastii listů, tj. růst řapíků na dorsální straně, což vyvolává svěšení listů.

Zcela negativní výsledky byly získány v pokusech v atmosféře vodíku, methanu a ostatních nasycených uhlovodíků, které se vyskytují v biosféře. Ethylen působil na klíční rostliny ještě v koncentraci $1 : 10^{-7}$. Vedle ethylenu byly testovány další plyny na epinastii a byla stanovena jejich minimální koncentrace nutná k vyvolání epinastie (vyjádřena v dílech na 10^6 dílů vzduchu): ethylen 0,1, acetylen 50, propylen 500, butylen 50 000, kysličník uhelnatý 500. Z těchto údajů je zřejmé, že v olefinické řadě uhlovodíků ubývá rapidně účinnosti se zvyšujícím se počtem atomů uhlíku. Na druhé straně byly studovány faktory, které ovlivňují spolehlivost této detekční metody, jako např. jednoznačnost odpovědi rostlin na aplikaci ethylenem, specifickou citlivost druhů rostlin a koncentraci olefinů v přirozených zemních plynech. Bylo zjištěno, že v některých případech vyvolával ethylen vedle epinastie i jiné fyziologické změny jako hypertrofii a hypernastii tkáně os a listů, což vedlo často k padání listů, někdy jeho účinky se shodovaly s působením typických anestetik. Citlivost rostlin velmi kolísala, např. jeden druh kapradiny nereagoval v atmosféře, která obsahovala 90 % ethylenu, zatím co jiné druhy vykazovaly epinastii listů při jeho koncentraci až $1 : 2 \cdot 10^7$ dílů vzduchu (DENNY F. E., MILLER L. P. 1935, MILLER E. V., WINSTON J. R., FISHER D. F. 1940). Koncentrace olefinů v zemních plynech je obecně nízká a kolísá: udává se koncentrace v rozmezí $1 \cdot 10^{-3}$ — $3 \cdot 10^{-5}$ % ethylenu. Analýsy zemních plynů z našich ložisek ukazují, že olefiny se v průměru pohybují v řádu 10^{-5} objemových procent (pokud jsou vůbec přítomny). Uvážíme-li údaje o citlivosti rostlin, je vidět, že tyto koncentrace dostačují pro vyvolání epinastického efektu. V této souvislosti je třeba se také zmínit o účinku ethylenu na zrání plodů (BIALE J. B., SHEPHERD A. D. 1941); ethylen v koncentraci $1 : 1000$ až $1 : 1\,000\,000$ v atmosféře, kde byly skladovány nezralé plody citrusu, působil jejich zřetelné žloutnutí již po třech dnech. Byla sledována respirace tkáně plodů a bylo zjištěno, že výdej CO_2 byl vyšší proti kontrolním vzorkům až o 250 % (DENNY F. E. 1935). Tyto výsledky napovídají, že fyziologické testy na změny enzymatických procesů v živé tkáni mohou mít pro vypracování prospekčních metod větší význam než epinastické testy.

Cenné jsou také údaje o účinku ethylenu ve srovnání s jinými plyny např. chlorem, kysličníkem siřičitým, amoniakem, kyanidem a sirovodíkem. I když některé z těchto plynů vyvolávaly obdobné změny v růstu rostlin, zásadně se lišily svým účinkem od ethylenu tím, že okyselovaly tkáň. Např. v tkáni chlorované tabákové rostliny o původní aciditě $\text{pH} = 5,8$ se zvýšila kyselost po 960 minutách působení na hodnotu pH menší než 1. (BARTON L. V. 1940, THORNTON N. C., SETTERSTROM C. 1940).

Z uvedeného přehledu vyplývá, že zařazení biologických metod do komplexu prospekčních metod v živičných oblastech může přinést použitelné výsledky; je třeba doplnit systematický průzkum geobotanický a ekologický studiem fyziologických změn živé tkáně, vystavené účinku zemních plynů. Toto rozšíření a do jisté míry i přesunutí těžiště výzkumných prací si vynucují výsledky pokusů, které sledovaly vliv nenasyčených uhlovodíků na růst a vývoj rostlin. Nasycené uhlovodíky methanové řady v těch koncentracích, které se vyskytují v biosféře v migračních prostorech, zřejmě nevyvolávají v organismu vyšších rostlin registrovatelné změny. Velké koncentrace plynů, vyskytující se na zlomových čarách, působí růstové deprese v rostlinném krytu a změny ve složení půdní mikroflory, ovšem tyto případy jsou řídké a pro vyhledávání průmyslově využitelných ložisek málo významné. Koncentrace olefinů jako nej-

účinnější složky zemních plynů je nízká, ale dostačující pro vyvolání specifických reakcí rostlin, jak dokazují výsledky epinastických testů. Při praktickém využití citlivosti rostlin na olefiny budou mít vedle epinastického efektu velký význam hlavně fyziologické testy na změny enzymatických procesů, jak ukázaly výsledky pokusů s umělým dozráváním plodů.

S o u h r n

Sledovali jsme možnost využít biologické metody při vyhledávání ložisek živíc. Ukázalo se, že nasycené uhlovodíky methanové řady v těch koncentracích, které se vyskytují v biosféře v migračních prostorech, zřejmě nevyvolávají v organismu vyšších rostlin registrovatelné změny.

Velké koncentrace těchto uhlovodíků, vyskytujících se na zlomových čarách v tektonicky porušených oblastech, působí růstové deprese v rostlinném krytu a změny ve složení půdní mikroflory; tyto případy jsou řídké a pro vyhledávání průmyslově využitelných ložisek málo významné.

Prospekčně závažné je zjištění citlivosti rostlinné tkáně na olefiny (zvláště ethylen), obsažené v minimálních koncentracích v zemních plynech, které vyvolávají specifické reakce rostlin (epinastii listů).

Pro praktické využití citlivosti rostlin na olefiny mohou mít značný význam fyziologické testy na změny enzymatických pochodů, jak ukázaly výsledky pokusů s umělým dozráváním plodů v atmosféře ethylenu.

Došlo 3. června 1959.

T e x t k t a b u l i m

Tab. XIV. Obr. 1. Růstová deprese v kultuře pšenice nad výronem zemního plynu.

Obr. 2. Růstová deprese v kultuře kukuřice nad výronem zemního plynu. Na snímku je patrné, že rostliny v místech deprese jsou světlé barvy (chlorosa).

Tab. XV. Obr. 3. Totéž jako obr. 2.

Obr. 4. Růstová deprese nad plynovým výronem probíhající kulturou brambor a kukuřice v délce 50 m a šířce 3 m.

Tab. XVI. Obr. 5. Průměrná výška rostlin pšenice odebraných z místa maximální plynové exhalace je 27 cm s klasy, kde v průměru není ani celé zrno.

L i t e r a t u r a

- BALDWIN, I. L. (1922): Modification of the soil flora induced by application of crude petroleum. — Soil Science 14 : 465—475.
- BARTON, L. V. (1940): Toxicity of ammonia, chlorine, hydrogen cyanide, hydrogen sulphide and sulphur dioxide gases. IV. Seeds. — Contr. Boyce Thompson Inst. 11 : 357—363, I. A.
- BEATH, O. A., GILBERT, C. S., EPPSON, H. F. (1940): The use of indicator plants in locating seleniferous areas in western United States. III. Further studies. — Amer. Journal of Bot. 27 : 564.
- BEATH, O. A., GILBERT, C. S., EPPSON, H. F. (1941): The use of indicator plants in locating seleniferous areas in western United States. IV. Progress report. — Amer. Jour. of Bot. 28 : 887.
- BIALE, J. B., SHEPHERD, A. D. (1941): Respiration of citrus fruits in relation to metabolism of fungi. I. Effects of emanation of *Penicillium digitatum* Sacc. on lemons. — Amer. Jour. of Botany 28 : 263—270.
- CARR, R. H. (1919): Vegetative growth in soils containing crude petroleum. — Soil Science 8 : 67—68.
- CROCKER, W. (1932): The effect of ethylen upon living organisms. — Proc. amer. philos. Soc. 71 : 295—298.
- DENNY, F. E. (1935): Testing plant tissue for emanations causing leaf epinasty. — Contr. Boyce Thompsons. Inst. 7 : 341—347.
- DENNY, F. E., MILLER, L. P. (1936): Production of ethylen by plant tissue as indicated by epinastic response of leaves. — Contr. Boyce Thompsons. Inst. 7 : 97—102.
- DUBROVSKIJ, V. P. (1953): Rast i rozvitie rasténij na peskach pri skreplenie bituminoj emulšej. — Botan. Žurnal 38 : 729.
- GOLDSCHMIDT, V. M. (1934): Drei Vorträge über Geochemie. — Geol. För. Stockholm Förh. 56 : 385.
- GRÜMMER, G. V. (1955): Die gegenseitige Beeinflussung höherer Pflanzen-Allelopathie. — Jena, str. 4—30.

- LAKIN, H. W., HERMANN, F. J. (1940): *Astragalus artemisiarum* Jones as a selenium absorber. — Amer. Journ. Bot. 27 : 245.
- MILLER, E. V., WINSTON, J. R., FISHER, D. F. (1940): Production of epinasty by emanations from normal and decaying citrus fruits and from *Penicillium digitatum*. — Journ. Agric. Res. 60 : 269—277.
- PAECH, K. (1950): Biochemie und Physiologie der sekundären Pflanzenstoffe. — Berlin, str. 143—145.
- RANKAMA, K. (1941): Über eine neue Prospektionsmethode. — Geol. Rundsch. 32 : 573.
- SPURNÝ, M. (1958): Mikrobiologie v naftové prospekci. Vliv některých plísní na tzv. barevnou reakci půdy. — Práce ústavu pro naftový výzkum, Brno, IX. publ. 39 : 89—100.
- SPURNÝ, M., DOSTÁLEK, M. (1954): Výzkum mikrobiologických činitelů při prospekci. Vztahy ložisek a rostlinných společenstev. — Závěr. zpráva ústavu pro naftový výzkum č. 7/54 : 1—144.
- THORNTON, N. C., SETTERSTROM, C. (1940): Toxicity of ammonia, chlorine, hydrogen cyanide, hydrogen sulphide and sulphur dioxide gases. III. Green plants.—Contr. Boyce Thomps. Inst. 11 : 343—356.
- V. THYSSSEN-BORNEMISZA, S. V. (1942): Geochemische und pflanzenbiologische Zusammenhänge im Lichte der angewandten Geophysik. — Angew. Geophysik 10 : 35—84.
- V. THYSSSEN-BORNEMISZA, S. (1943): Ein biologischer Nachweis der Exhalation von Erdöl. — Die Naturwissenschaften 31 : 299—300.

M. Spurný:

Die Beziehungen der Erdöllagerstätten zu den Pflanzenassoziationen

Es wurde die Möglichkeit der Ausnützung biologischer Methoden bei der Suche nach Erdöllagerstätten verfolgt. Es zeigte sich, dass gesättigte Kohlenwasserstoffe der Methanreihe in Konzentrationen, die sich in der Biosphäre der Migrationsgebiete befinden, keine registrierbaren Effekte auf den Organismus der höheren Pflanzen ausüben.

Grosse Konzentrationen dieser Kohlenwasserstoffe, die sich besonders in Bruchlinien der tektonisch gestörten Gebiete befinden, bewirken Wachstumsdepressionen der Pflanzen und Änderungen der Bodenmikroflora; diese Fälle kommen selten vor und sie sind demnach für die Suche von wirtschaftlich nutzbaren Lagerstätten kaum von Bedeutung. Für die Fandung nach Lagerstätten mit Hilfe biologischer Methoden scheint die Empfindlichkeit des pflanzlichen Gewebes gegen Olefine (besonders gegen Äthylen) von grösster Bedeutung zu sein; diese ungesättigten in minimalen Konzentrationen im Erdöl auftretenden Kohlenwasserstoffe rufen spezifische Reaktionen der Pflanzen, insbesondere Epinastie der Blätter, hervor.

Für eine praktische Ausnützung dieser Pflanzenempfindlichkeit gegen Olefine können physiologische Testproben enzymatischer Prozesse eine bedeutende Rolle spielen, wie dies die Versuchsergebnisse mit künstlich hervorgerufener Fruchtreife in einer Atmosphäre von Äthylen gezeigt haben.



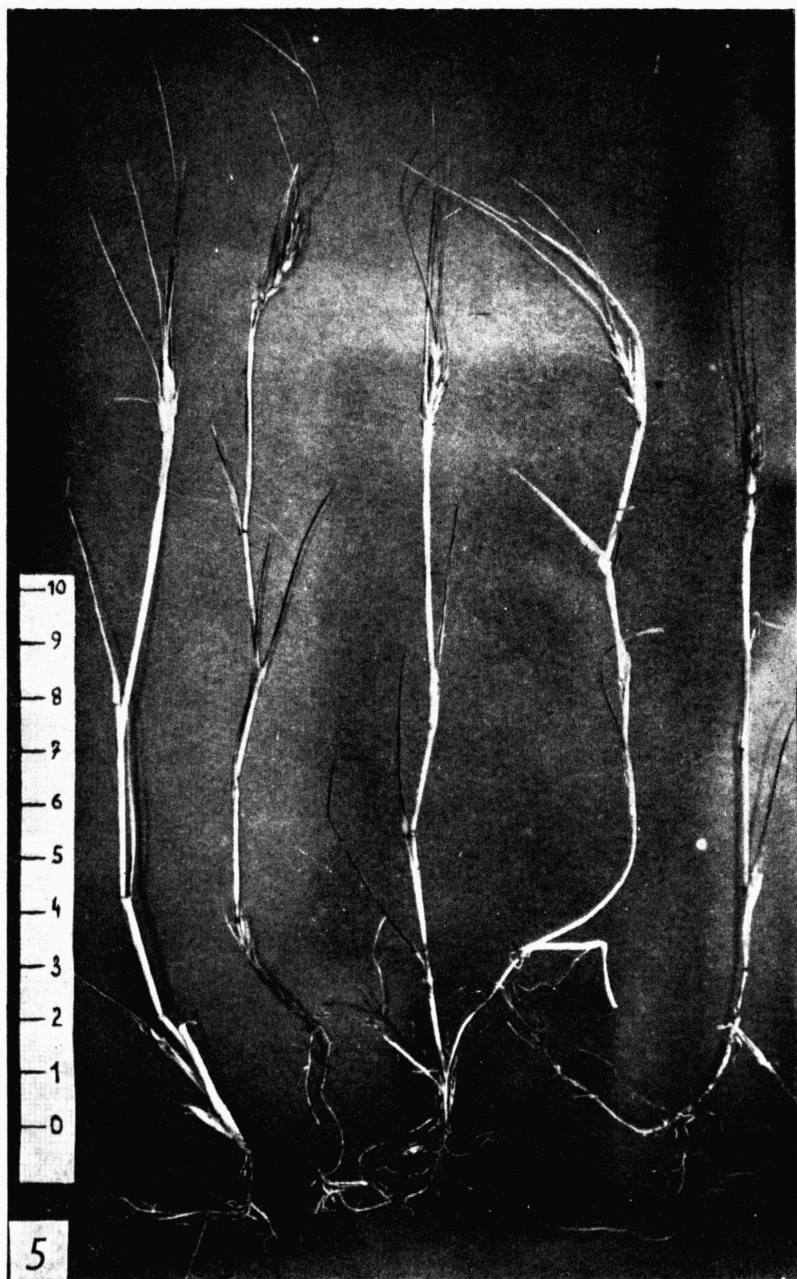
M. Spurný:

Vztahy živichých ložisek a rostlinných společenstev



M. Spurný:

Vztahy živních ložisek a rostlinných společenstev



M. Spurný:

Vztahy živěných ložisek a rostlinných společenstev