

Dr. V. Mihalić, Dr. F. Pajenk,
Inž. Z. Milčić, Dr. Z. Mađarić
i inž. I. Parhomenko,
Zagreb, Osijek i Ljubljana

NEKA NOVA GNOJIVA IZ LIGNITNOG UGLJENA*

Ligniti (vrsta mlađih mrkih ugljena) mogu zbog svoje izgradnje različito djelovati na fiziološka svojstva tla i rast bilja odnosno biljni metabolizam: pozitivno, negativno i indiferentno.

Ligniti su organski koloidi često izrazitih sorpcionih i autooksidativnih svojstava. Petrografske i konstitucione analize dozvoljavaju zaključak, da ligniti sadržavaju iste strkturne jedinice koje izgrađuju i trajni humus u više ili manje izmijenjenom obliku. Struktura i svojstva ugljena rezultiraju u ovisnosti o vrsti izlaznog biljnog materijala i o uvjetu pod kojima su se odvijali biokemijski i kemijski procesi razgradnje i pretvorbe. Zbog toga mogu razni ugljeni slojevi istog nalazišta posjedovati različita svojstva. Kod lignita je razmjerno rano došlo do zastoja u biokemijskim i kemijskim procesima razgradnje i pretvorbe uslijed čega oni mogu predstavljati podesnu sirovinu u proizvodnji gnojiva.

Za poljoprivredu su u svrhu gnojidbe od interesa oni ligniti koji djeluju pozitivno tj. stimulatивно na sistem tlo-biljka; iz kojih se na osnovu toga mogu dobiti djelotvorna humusno-mineralna gnojiva. Osobitost takvih gnojiva se sastoji u tome što ona biljna hraniva vezuju na takav način koji ih štiti od ispiranja i štetnih fiksacija i osigurava njihovo povišeno i produženo djelovanje (dobra sorpcija i lagana desorpcija biljnih hraniva).

Lignitna gnojiva su naročito pogodna na laganim tlima sa slabom sorpcijom, na tlima s nedovoljno humusa i na tlima s nepovoljnim uvjetima vlaženja.

Lignitna gnojiva postaju interesantna u sistemima biljne proizvodnje u kojima ima malo ili uopće izostaje organska gnojidba i uzgoj leguminoza i trava.

LITERATURA O PROBLEMU

O postanku i kemiji ugljena postoji opsežna literatura (FUCHS, 1931; Stadnikoff, 1937). U novije vrijeme stečene su nove spoznaje o genezi i sastavu ugljena (Krevelen i Schuyer, 1957; Francis, 1961; Rammleer i Alberti, 1962. i dr.). Pojedinačna istraživanja o fertilizacionoj vrijednosti ugljena otpočela su još prije drugog svjetskog rata. U Jugoslaviji je VOUK (1931) među prvima ispitivao utjecaj smeđih ugljena i lignita na rast biljaka s aspekta njegove primjene u uzgoju povrća. Istraživanja su nastavljena nakon ovog rata. I Kristof (1956) je na osnovu pokusa vršenih sa smeđim ugljenima utvrdio njihovo pozitivno djelovanje na rast biljaka i istovremeno konstatirao da se pojedini ugljeni slojevi iz istog nalazišta ne ponašaju podjednako.

* Ovaj referat je održan na VI Svjetskom kongresu za gnojiva u Lisabonu X mjeseca 1968. god.

Posljednjih dvadeset godina pošlo se je u pravcu oplemenjivanja odnosno vezivanja ugljena, a naročito lignita, s raznim biljnim hranivima. Pored istraživača iz USA na tome su vrlo intenzivno radili sovjetski naučnici (Kuhareiko, Jekaterinina, Kulakov, Meljnikov, 1965, 1966) obogaćujući ugljen dušikom i fosforom i izdvajajući stimulatore rasta iz ugljena. Ovi autori su istovremeno utvrdili i značajnu fertilizacionu vrijednost dobivenih produkata.

Pored ovog zadržan je put daljnjeg ispitivanja i primjene čistog lignita za gnojdbu i kao kompleksnog popravljaja plodnosti tla. Tako BAUMANN (1967) obavještava o povoljnom djelovanju xylita (sastavni dio mladih smeđih ugljena) u uzgoju povrća. Prema saopćenjima PRAT-a (1964) u Čehoslovačkoj su u pokusima s oksihumolitima (vrsta mladih smeđih ugljena) kao gnojivom postignuti vrlo dobri rezultati. Njegovi podaci se slažu s rezultatima do kojih su došli Vouk (ibid.) i Kristof (ibid.) kod nas. U Mađarskoj su ispitali vrijednost lignitne prašine (Erdely, 1961, Witovsky i ŠÖ 1966) kao zamjena za stajski gnoj. Dokazano je znatno popravljaje plodnosti tla, te povećanje i kvalitativno poboljšanje prinosa ispitanih kultura.

EKSPERIMENTALNI MATERIJAL

Za dobijanje lignitnih gnojiva odabrali smo lignitni ugljen iz Ivanečkog bazena (sjeverna Hrvatska) izrazito autooksidativnih svojstava, pliocenske starosti, nastao pretežno dijelom od Konifera rodova Sequoia, Taxodium i Larix s nešto Pinusa, listopadno drveće i močvarno bilje je bilo neznatno zastupano, a koji se činio podesnim kao organsko gnojivo i za tehnološko obogaćivanje. Organska tvar je sadržavala 65—66% C, 4—5% H, 1,0% N, 27—28% O. Sumpor ugljena (1,5%) je bio većim dijelom organski vezan, neznatno kao piritni i sulfatni sumpor. Lignit je nadalje sadržavao nešto Na, K, P i mikroelemenata Mn, Mo, B, Cu, Zn. Glavni sastojci organske tvari su bili huminske kiseline i lignin, nešto celuloze, bitumen samo sa 3%. Huminske kiseline su bile najvećim dijelom u obliku teškotopivih humata, manjim dijelom kao lakotopivi humati slobodne huminske kiseline.

Radi dobijanja humusno-mineralnih gnojiva je lignit iz Ivanca obogaćivan dušikom i fosforom. U toku procesa obogaćivanja dolazilo je do promjena osnovnih strukturnih jedinica (naizmjenična elektrostatska djelovanja, procesi pripajanja, pregradnje, kompleksno vezivanje i sl.) i izgradnje novih strukturnih jedinica u sistemima lignit-mineral. Dobijena lignitna gnojiva sadržavala su na aktivnim hranivima: lignitno-dušično gnojivo do 30% N, Lignitno-fosforno gnojivo do 19% P₂O₅, lignitno-dušično-fosforno gnojivo do 18% N i 12% P₂O₅ (sve računato na zrakosuhu tvar, P₂O₅ gotovo sav topiv u vodi i u limunskoj kiselini).

U nastavku dajemo neke od poduzetih pokusa s navedenim lignitnim gnojivima. Pokusi su započeti u 1966. god. i vršeni su na raznim tipovima tla (pseudoglej, lesivirano smeđe, karbonatno smeđe na lesu, eluvijalno, pjeskovi-

to kiselo) i s raznim kulturama (jara zob, proso, ozima pšenica, krumpir i dr.) djelomično u vegetacijskim posudama, djelomično kao poljski pokusi. Pokusi se nastavljaju.

a) Pokusi u vegetacijskim pokusima

Tip tla: pseudoglej, pokusna kultura jara zob

| Prinos | Ø | Varijante ispitivanja | | | | NPK |
|---------------------|-------|-----------------------|-------------------|-----------------------|-----------------|-------|
| | | lignit x N + PK | lignit x P +NK | lignit x N x P + K | lignit + NPK | |
| Prinos zrna q/ha | 17,93 | 26,58 | <u>28,33</u> | 24,90 | 27,00 | 25,86 |

Pokusna kultura: proso

| Prinos | Tip tla | Ø | Varijante ispitivanja | | |
|----------------------|---------------------------------|-----|-----------------------|--------------------|-----------------------|
| | | | lignit x P + NK | lignit x N + PK | lignit x N x P + K |
| Prinos zrna q/ ha | lesivirano smeđe tlo | 9,5 | <u>11,5</u> | 10,7 | 10,0 |
| | karbonatno smeđe tlo na lesu | 9,0 | <u>15,2</u> | 12,0 | 13,2 |
| | pjeskovito tlo | 6,2 | <u>14,2</u> | 13,5 | 13,0 |

b) Pokusi u polju

Tip tla: pjeskovito, kiselo, pokusna kultura: krumpir
(Standardna agrotehnika i doze hraniva podešene prema tlu i kulturi)

| Prinos | Ø | Varijante isiptivanja | | | | NPK |
|------------------|--------|-----------------------|-------------------|-----------------------|-----------------|--------|
| | | lignit x N +PK | lignit x P ±NK | lignit x N x P + K | lignit + NPK | |
| gomolja q /ha | 166,08 | 241,50 | 260,74 | <u>283,90</u> | 260,58 | 268,66 |

Tip tla aluvijalno, lakše, neutralno; pokusna kultura: ozima pšenica
(Standardna agrotehnika i doze hraniva podešene prema tlu u i kulturi)

| Prinos | Ø | NPK | Varijante ispitivanja | | | |
|---------------------|-------|-------|-----------------------|-------------------|--------------------|-------|
| | | | lignit x N x P + K | stajnjak + NPK | lignit stajnjak | |
| Prinos zrna q/ha | 12,40 | 28,16 | <u>35,16</u> | 31,56 | 20,12 | 24,40 |

ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

Mnogi istraživači iz raznih zemalja utvrdili su pozitivno djelovanje lignitnog ugljena na prinos raznih kultura. To potvrđuju i naša dosadnja ispitivanja lignitom iz Ivanca (sjeverne Hrvatske) kome su bila dodana NPK hraniva u obliku standardnih mineralnih gnojiva. No daljnji skok u prinosu je postignut lignitom obogaćenim dušikom i forsforom. Tako smo dobili u vegetacijskim posudama najveći prinos zrna od jare zobi i prosa s kombinacijom lignit-fosforno gnojivo, a u polju kod krumpira i ozime pšenice kombinacijom lignit-dušično-fosforno gnojivo.

Dobiveni rezultati pokusa opravdavaju nastavak istraživanja u pravcu poboljšanja tehnološkog procesa sa svrhom postizavanja najpogodnijih kombinacija lignitnih gnojiva s najjačim djelovanjem uz pristupačnu cijenu, kao i proširenje istraživanja na glavne poljoprivredne kulture i tipove tla Jugoslavije.

Napominjemo da se u Japanu s uspjehom primjenjuje lignitno gnojivo AZUMIN (u kojem je lignit najprije tretiran dušičnom kiselinom, a zatim kombiniran sa serpentinom).

Mišljenja smo, da će u perspektivi prvenstvo kao gnojivu pripasti lignitu obogaćenom biljnim hranivima prvenstveno iz makrogrupe (NP), a ne lignitu samom uprkos njegovom dokazanom pozitivnom djelovanju (kao organska tvar i nosiocu stimulativnih tvari).

Résumé

Il y a longtemps qu'on connaît les effets positifs de certains charbons sur la productivité du sol et sur le rendement des cultures agricoles, effets positifs démontrés par des recherches précises dans différents pays. Des engrais à base de lignite sont actuellement fabriqués et appliqués.

Nos recherches pour l'obtention d'engrais organominéraux ont eu comme but l'enrichissement du lignite avec de l'azote et du phosphore. Un lignite provenant d'Ivanec (Croatie septentrionale), possédant les propriétés fertilisantes nécessaires et se prêtant bien à l'enrichissement technologique, nous a servi de base pour obtenir les engrais organo-minéraux suivants: Engrais azoté à base de lignite (30% de N), engrais phosphaté à base de lignite (19% de P_2O_5) et engrais azotéphosphaté à base de lignite (18% de N, 12% de P_2O_5).

C'est en 1966 que nous avons commencé à faire des essais avec les engrais susmentionnés sur différentes textures de sol (à savoir de sol à pseudo gley, le sol brun lessive, la rendzione sur loess, le sol alluvionnaire, le sol sablonneux acide) et avec différentes cultures agricoles (notamment l'avoine d'été le millet, les pommes de terre, le blé d'hiver et autres). En partie, ces essais ont été pratiqués comme essais en vase (en particulier en ce qui concerne l'avoine d'été et le millet) et en partie comme essais pratiques appliqués sur les champs (à savoir les pommes de terre et le blé d'hiver). Les méthodes agrotechniques usuelles ont été appliqués et la fertilisation a été adapté aux propriétés du sol (niveau des éléments nutritifs) et aux besoins des espèces végétales.

Après des essais s'étendant sur une année et après avoir appliqué les différentes possibilités d'essai (à savoir, NPK seul, lignite + NPK, fumure + NPK, engrais azoté à base de lignite + PK, engrais phosphaté à base de lignite + NK, engrais azoté et phosphaté à base de lignite + K), ce sont les essais en vase avec des engrais phosphatés à base de lignite + NK pour l'avoine d'été et le millet ainsi que les essais pratiques avec des engrais azotés et phosphatés à base de lignite + K pour les pommes de terre et le blé d'hiver qui ont donné les rendements les plus élevés.

Les résultats obtenus justifient la poursuite des recherches pour améliorer le processus technique en vue d'obtenir les combinaisons d'engrais les plus avantageuses et dans le but de les étendre aux textures de sol et aux cultures les plus importantes du point de vue agricole en Yougoslavie.

Zusammenfassung

Die positiven Wirkungen einzelner Kohlen auf die Bodenfruchtbarkeit und den Ernteertrag landwirtschaftlicher Kulturen sind schon lange bekannt und durch exakte Forschungen in verschiedenen Ländern bewiesen. Düngemittel mit Lignit als Grundrohstoff werden erzeugt und angewendet.

Wir richteten unsere Forschungen zur Gewinnung von organisch-mineralischer Düngemittel auf die Anreicherung von Lignit mit Stickstoff und Phosphor. Ein Lignit aus Ivanec (Nord-Kroatien) der die nötigen Eigenschaften als Düngemittel und für die technologische Anreicherung besass, diente uns zur Gewinnung folgender organisch-mineralischer Düngemittel: Lignit-stickstoff- (30% N), Lignit-phosphor- (19% P_2O_5) und Lignit-stickstoff-phosphor-düngemittel (18% N; 12% P_2O_5).

Mit den bezeichneten Düngemitteln begannen wir im Jahre 1966, die Versuche auf verschiedenen Bodentypen (Pseudogley, lessivierte Braunerde, Kalkbraunerde auf Löss, alluvialer Boden, saurer Sandboden) und mit verschiedenen landwirtschaftlichen Kulturen (Sommerhafer, Hirse, Kartoffeln, Winterweizen u. a.). Die Versuche wurden teilweise als Gefässversuche (Sommerhafer, Hirse), teilweise als Feldversuche (Kartoffeln, Winterweizen) ausgeführt. Es wurden die üblichen agrotechnischen Massnahmen angewandt, die Düngung den Eigenschaften des Bodens (Niveau der Nährstoffe) und den Bedürfnissen der Pflanzenarten angepasst.

Nach einjährigen Versuchen wurden die grössten Ernteerträge zwischen den einzelnen angewandten Versuchsvarianten (nur NPK, Lignit + NPK, Stalldünger + NPK, Lignitstickstoff + PK, Lignit-phosphor + NK, Lignit-stickstoff-phosphor + K) mit den Varianten Lignit-phosphor + NK bei Sommerhafer und Hirse in Gefässversuchen und mit Lignit-stickstoff-phosphor + K bei Kartoffeln und Winterweizen im Felde erzielt.

Die gewonnenen Versuchsergebnisse rechtfertigen die Fortsetzung der Forschungen in Richtung der Verbesserung des technologischen Prozesses zwecks Erzielung verteilhaftester Düngemittelkombinationen und ihre Erweiterung auf die landwirtschaftlich wichtigsten Bodentypen und Kulturen Jugoslawiens.

LITERATURA

1. Baumann E., (1967): »Pflanzenbauliche Untersuchungen zur Nützung von Xulit im Gemüsebau, »Wissenschaftliche Zeitschrift der Humboldt-Universität zu Berlin«, Jahrgang XVI, Heft 3 Berlin.
2. Erdely L. (1961): »Neue Richtlinien bei der Verwendung von Lignit-staub in der Landwirtschaft«, »Mitteilungen des Ungarischen Forschungsinstitutes für Bergbau«, No. 5, Budapest.
3. Jekaterinina, L. N., Kulakov V. L., Meljnikov V. Z., Kuharenko T. A. (1966): »Polučeniye guminovyh udobrenij i stimulatorov rosta iz okislenyh uglej dejstvujuščih raurezov Kansko-Ačinskogo bazena«, »Himiija i klassifikacija iskopajemyh uglej«, Moskva.
4. Jurovska H. i Litynski T. (1962): »Investigations of Effect of Brown Coal on Plant growth«, Studies aboat Humus«, Praha.
5. Francis W. (1961): »Coal its formation and composition«, London
6. Fuchs W. (1931): »Die Chemie der Kohle«, Berlin
7. Krevelen D. W. i Schuyer J. (1957): »Coal, science. Aspects of coal constitution«, Amsterdam.
8. Krištov S. (1956): »Ispitivanje uticaja huminskih kiselina mrkog uglja na rasteenje i razviće biljaka metodom vodenih kultura«, »Zemljište i biljka«, No. 1—3, Beograd.
9. Kuharenko T. A., Jekaterinina L. N., Kulakov V. K., Meljnikov V. Z. (1965) »Ispolzovanje buryh uglej Irša-borodinskogo i Nazarovskogo razrezov dlja polučeniya guminovyh odobrenij-« »Himičeskaja prerabotka topliv«, Moskva.
10. Prat S. (1964): »Humus ajeho vyznam«, Praha.
11. Rammler E. i Alberti H. J. (1962): »Technologie und Chemie der Braunkohlenveruertung«, Leipzig.
12. Scheffer F. i Ulrich B. (1960): »Humus und Humusdüngung«, Stuttgart.
13. Stádnikov G. (1937): »Die Chemie der Kohle«, Moskva.
14. Vouk V. (1952): »Neue Versuche zur Kenntnis der Wirkung der Braunkohle auf das Pflanzen-Wachstum; Ein Beitrag zur Frage der Anwendung von Braunkohle im Gartenbau«, »Die Gartenbauwissenschaft«, No. 6, Berlin.
15. Vouk V. (1952): »Problem agrobiološkog iskorištavanja mrkog ugljena«, Rad Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti, Zagreb
16. Vouk V., Klas Z. i Rumen N. (1953): »Prinosi fiziološkoj analizi fertilizatornog djelovanja mrkog ugljena«. Rad Jugoslovenske akademije znanosti i umjetnosti«, Zagreb.
17. Witkovsky A. i S Ö A. (1966): »Verwendung von Lignitkohlenstaub in Weingärten«, Budapest (u rukopisu za štampu).
18. XXX: »Azuma Kako Co., LTD (1966): »Essence of compost Azumin«, Tokyo.