

## Néhány hazai lignitpor vizsgálata tenyészedény kísérletekben

KOZÁK MÁTYÁS

MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete, Budapest

A kis kalóriájú, tüzelésre alkalmatlan, vagy gazdaságosan el nem tüzelhető barnaszénnek, lignitek mezőgazdasági felhasználására már néhány évtizeddel ezelőtt is sor került. A harmincas évek elején számos lignit-trágyázással foglalkozó dolgozat jelent meg elsősorban német szerzőktől. KISSEL kísérleteiben [6, 7] mintegy 25%-os terméstöbbletet ért el barnaszénpor trágyázással szőlőnél, cukorrépánál, burgonyánál, gabonaféléknél, kukoricánál és paradicsomnál. Általános tapasztalat, amit a legtöbb szerző megállapított, hogy a kőszénnek általában hatástalannak bizonyultak és minél fiatalabb volt a szén (barnaszén, lignit, tőzeg), annál nagyobb termésmenvelőhatás mutatkozott. A szén hatásáról megoszoló véleményekkel találkozhatunk. KISSEL szerint elsősorban a talaj fizikai tulajdonságai változnak meg barnaszén, vagy lignit trágyázás esetén; sötétebb lesz a talaj színe, ennek következtében nagyobb lesz a hőkapacitása, ugyanakkor kedvezőbb vízgazdálkodást és intenzívebb oxigén felvételt is feltételezett, a szén lassú oxidációjából származó széndioxid pedig közvetlenül is táplálhatja a növényeket. VOUK [12] szerint a szénben levő nitrogén vegyületeknek tulajdonítható a lignit trágyázás esetenkénti hatásossága, feltételezése alapján ezek a nitrogén vegyületek a talajban nitráttá alakulnak, ezzel magyarázható a lignittel trágyázott növények haragos zöld színe. LIESKE [8] *Lemna minorral* végzett steril kultúrákban összehasonlító kísérleteket annak megállapítására, hogy milyen tulajdonságokra vezethetők vissza a lignit trágyázás eredményei. LIESKE kísérletei nem igazolták azokat az elképzeléseket, amelyek a talaj fizikai tulajdonságainak kedvező megváltozásában keresték a magyarázatot, mivel a hőkapacitás, a vízmegkötőképesség, az adszorpcióval összefüggő tulajdonságok jelentéktelen megváltozása a kísérletekben biztosan kiszűrhető és elkülöníthető volt a lignit hatásától. A lignitporok nitrogén tartalma jelentéktelen (kb. 0,2–1%) és a nitrogénmentes készítmények is ugyanúgy hatottak, mint a N-tartalmúak. A nagy mennyiségben jelenlevő szén természetesen közvetlenül nem vehetik fel a növények, a lassú oxidáció következtében keletkező CO<sub>2</sub> felvétele valószínű, de ez elhanyagolhatóan kis mennyiség a növényi szervezetbe más úton beépült szénhez képest. A kísérő vas, kalcium és egyéb fémvegyületek egyedüli hatását egy kísérlet sem igazolta. LIESKE szerint végül is a szénben levő huminsav és vegyületei okozzák a hatékonyságot. A fiatal barnaszénnek, lignitek huminanyag tartalma néha a széntartalom 60%-át is eléri és jó eredmény csak a huminanyagokban gazdag lignitektől várható. FÁRI [1] összefoglaló tanulmányában szintén LIESKE következtetéseit emeli ki, ugyanakkor LIESKÉVEL egybehangzóan megállapítja, hogy egyes szénvidékek lignitjei hatástalancok. FÁRI három magyar barnaszénből csak egyet talált megfelelőnek, ez viszont 30%-os

termésnövekedést eredményezett kukoricánál. Sajnos nem közöl részletes adatokat és a barnaszenekekről sem árul el semmi közelebbit. Jugoszláv barnaszenekekkel végzett kísérleteket említ még, amelyekben 31 féle barnaszén közül csak három adott jó eredményt. Ezekben a kísérletekben általában mintegy 100 q/ha adagot használtak.

A lignit mezőgazdasági felhasználására irányuló kísérletek hazánkban az ötvenes évek közepén indultak meg. HERKE [2, 3] kísérleteiben a lignitpor megfelelő komponensnek bizonyult a szikes talajok javítására és ugyanakkor kedvező hatású volt a rizs fejlődésére a dunavölgyi szikes talajokon. Izsó [4] és WITKOVSKY [13, 14, 15] jó eredményekről számolnak be a szőlők lignit trágyázásában. Megfelelő műtrágya adagokkal együtt alkalmazva elsősorban a szőlőtelepítés alaptrágyázásánál várható kedvező hatás a lignitporoktól. WITKOVSKY talajjavító hatást is feltételez; a nehéz, tömődött, Eger környéki szőlőtalajoknál mésszel adva a lignit talajszerkezetjavító hatást is eredményezett. A könnyű talajok javításában a lignit szerepe abban nyilvánulhat meg, hogy egyrészt a homok rossz vízgazdálkodását kedvezően befolyásolja, másrészt a homok szervesanyag tartalmát növeli. Megfigyelte, hogy műtrágyák hatására a lignit 2–3 év alatt humifikálódott a talajban, hasonlóan a tőzegkorpához. Ez a folyamat WITKOVSKY szerint mintegy földalatti, termőhelyi komposztálásnak fogható fel. SARKADI [9], JÓCSIK [5], valamint SZABOLCS [10] és munkatársai a lignitporos komposztok előnyeire hívták fel a figyelmet. SARKADI és SZABOLCS az istállótrágya komposztok készítésében azt tapasztalta, hogy a lignitporos kiegészítés lényegesen csökkenti az érlelés során végbemenő szárazanyag, szervesanyag és nitrogénveszteségeket. Már 5%-nyi mennyiségű lignitpor hozzáadás is igen kedvező eredményeket mutat. Az 5–20%-nyi lignitpor kiegészítés ugyan néhány napig lassítja a maximális hőmérsékleti szint elérését, azonban nem csökkenti a trágyában végbemenő hősterilizációt. JÓCSIK a FRIEDRICH, GÁSPÁR és BAJAI által vezetett kísérletekre hivatkozva megállapítja, hogy a zöldszemétkomposzt lignittel együtt a Tolna—Fejér megyei löszhát erodált talajain szignifikánsan növelte a termést.

A lignitporok mezőgazdasági felhasználása elsősorban a különböző komposztok készítésében látszik előnyösnek. Azokban a hazai kísérletekben, amelyekben a lignit, vagy műtrágya-lignit keverékek trágya- és talajjavító hatását (homoktalajoknál) vizsgálták, nem mutatkozott megbízhatóan kiszűrhető lignit hatás, sem az önmagában adott lignit, sem a műtrágyákkal együtt felhasznált lignit esetében. A műtrágyák hatásától nem volt elkülöníthető a lignit hatása, talán ezért is tapasztalható bizonytalanság a lignitporok felhasználha-

1. táblázat

## A kísérlethez szereplő

(1) Talaj, származási hely	CaCO <sub>2</sub> %	Humusz %	pH		(2) Hidrolitos aciditás, % Y <sub>1</sub>
			H <sub>2</sub> O	KCl	
Órszentmiklós, csernozjom jellegű homoktalaj, 0–20 cm	0,6	0,96	7,2	6,8	—
Lábod, agyagbemosódásos barna erdőtalaj, 0–20 cm	—	0,71	6,7	4,8	6,3

tóságának megítélésében. Nehezíti a tájékozódást és az állásfoglalást az is, hogy a kísérletekben felhasznált lignitekről a legritkább esetben találunk kémiai vizsgálati adatokat, pedig már LIESKE és más szerzők is rámutattak a lignit kémiai összetételének fontosságára. A hatásosság szempontjából fontos összetevők, elsősorban az oldható huminanyagok kis mennyisége magyarázhatja egyes lignit féleségekkel végzett kísérletek eredménytelenségét.

### Kísérleti rész

Tenyészedény kísérletekben vizsgáltuk néhány hazai, mezőgazdasági célokra leginkább rendelkezésre álló lignit, a mátravidéki, hidasi és a váraplotai lignit hatását fiatal rozs növények szárazanyag képződésére, tápanyag felvételére. A kísérleteket két homoktalajjal végeztük; csernozjom jellegű, gyengén meszes homoktalajjal (Őrszentmiklós) és savanyú homokon kialakult agyagbemosódásos barna erdőtalajjal (Lábod). A talajminták a 0–20 cm-es rétegből származnak, a talajok jellemzését az 1. táblázat mutatja.

A  $\text{CaCO}_3$  tartalmat SCHEIBLER szerint, a humuszt TYURIN módszerével, az ún. felvehető foszfort az őrszentmiklói talajnál MACSIGIN módszerével, a lábodi talajnál EGNÉR—RIEHM szerint határoztuk meg. Az összes nitrogént TYURIN módszerével, az ún. felvehető káliumot 1%-os  $\text{NH}_4\text{Cl}$  kivonatból, a savoldható foszfort és káliumot pedig 2 n HCl kivonatból határoztuk meg.

Az őrszentmiklói homoktalaj a felszínhez közeli rétegekben gyengén meszes: 80–90 cm-től kezdve  $\text{CaCO}_3$  tartalma eléri a 15–18%-ot. A humusztartalom kerekén 1%, a humuszosodott szint eléri az 55–60 cm-t, tápanyagban szegény, a leiszapolható rész nem éri el a 10%-ot, mindössze 9,0%. A lábodi homoktalaj gyengén savanyú, a humuszos szint vastagsága 40–45 cm, felvehető káliumban aránylag gazdag, a többi tápanyagban szegény, a leiszapolható rész mindössze 6,1%.

A kísérletekben felhasznált lignitporok fontosabb jellemzőit a 2. táblázatban találjuk. A kísérleteket 1 mm-nél kisebb átmérőjű lignitporral végeztük, melyet 105 °C-on szárítottunk. Tehát a vizsgálati eredmények 105 °C-on szárított, 1 mm-nél kisebb átmérőjű részecskékre vonatkoznak.

A lignitporok  $\text{CaCO}_3$  tartalmát SCHEIBLER szerint, az összes N tartalmat TYURIN szerint, az összes kén tartalmat  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  és  $\text{NaNO}_3$  feltárásból gravimetrikan, a vízdoldható kén tartalmát 1 : 10 arányú vizes kivonatból szintén gravimetrikan határoztuk meg. A vízdoldható foszfort, káliumot és kalciumot,

#### talajok jellemzése

(3) Kötöttség, $A_K$	(4) Leiszapolható rész 0,02 > mm	(5) Összes N mg N/100 g talaj	(6) Foszfor		(7) Kálium	
			felvehető	savoldható	felvehető	savoldható
			mg $\text{P}_2\text{O}_5$ /100 g talaj		mg $\text{K}_2\text{O}$ /100 g talaj	
27	9,0	63,1	5,7	57,5	5,0	21,5
26	6,1	49,0	6,0	25,0	16,0	20,5

2. táblázat

## A lignitporok agro-

(1) Lignit, származási hely szerint	(2) Hamu %	CaCO <sub>3</sub> %	pH		(3) Kén tartalom S %	
			H <sub>2</sub> O	KCl	vízoldható	összes
Mátravidéki	51,8	6,0	6,7	6,6	0,54	2,1
Hidasi	32,4	21,2	7,8	7,4	0,08	2,8
Várpalotai	32,0	27,0	7,6	7,4	0,17	2,0

valamint a savoldható foszfort és káliumot 1 : 10 arányú vizes, illetve 2 n HCl kivonatból határoztuk meg. A lignitporok tápanyag tartalma csekély, általában nem haladja meg a homoktalajokra jellemző kis értékeket. A CaCO<sub>3</sub> tartalom elég nagy, ami arra mutat, hogy a hamu és a kísérő meddő kőzetek első-sorban karbonátos ásványokból tevődnek össze. Összes kén tartalmuk 2—3% között van, a vízoldható kén tartalom aránylag nagy a mátravidéki lignitnél. A mátravidéki lignit kémhatása semleges, a hidasi és várpalotai lignit pedig gyengén lúgos. Az oldható humusz értékek (KONONOVA szerint, [11]) legnagyobbak a hidasi, legkisebbek pedig a várpalotai lignitnél, de még a hidasi lignitnél sem éri el a 8%-ot (széntartalomra számítva 11,5%). Megvizsgáltuk az oldható humusz frakció tápanyagtartalmát is. A gyengén lúgos kivonat aránylag tápanyagban szegény, nitrogént mintegy 5—9 mg, káliumot közel azonos mennyiségben (kb. 5 mg K<sub>2</sub>O/100 g lignit) és foszfort csak nyomokban tartalmazott.

Az első tenyészedény kísérletet őrszentmiklósi homoktalajjal állítottuk be, a három lignitpor hatásának összehasonlítására.

Kezelések:

- |                       |                             |
|-----------------------|-----------------------------|
| 1. Kontroll           | 5. NPK                      |
| 2. Mátravidéki lignit | 6. Mátravidéki lignit + NPK |
| 3. Hidasi lignit      | 7. Hidasi lignit + NPK      |
| 4. Várpalotai lignit  | 8. Várpalotai lignit + NPK  |

A kísérleteket 5 ismétlésben, NEUBAUER módszerével végeztük. Az NPK arány 2 : 1 : 1 (N : P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> : K<sub>2</sub>O) volt; 70 mg N NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>-ban, 35 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> szuperfoszfát vizes oldatában és 35 mg K<sub>2</sub>O KCl-ban 1 kg talajra. A lignitporokból 20—20 g/l kg talaj volt a dózis, a talajjal egyenletesen jól összekeverve. A természetes vízkapacitás 75%-án tartva a talajt, a rozs csíranövényeket 3 hetes korukig neveltük fel, a levágott növényeket 80 C°-on szárítottuk, majd a szokásos módon tömény kénsav + H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> elegyével elroncsoltuk, és meghatároztuk a tápanyagtartalmát. Az első tenyészedény kísérlet eredményeit a 3. táblázat tartalmazza.

Az NPK nélkül adott lignitek közül csak a hidasi lignitpor eredményezett szignifikáns termés növekedést. A lignitporok közötti sorrend: hidasi, mátravidéki és várpalotai lignit. Az NPK nélkül adott lignitporok kis mértékben növelték ugyan a rozs tápanyagfelvételét, de ez egyetlen esetben sem érte el a szignifikáns különbséget. NPK adagokkal együtt adva a lignitporokat, nem

**kémiai jellemzése**

%	(4) Oldható humusz (Kononova szerint)			(5) Összes N mg N/100 g lignit	(6) Foszfor		(7) Kálium		(8) Kalcium vizoldható mg Ca/100 g lignit
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O		vízoldható	savoldható	vízoldható	savoldható	
	mg/100 g lignit				mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /100 g lignit		mg K <sub>2</sub> O/100 g lignit		
2,7	5,4	ny.	5,2	110	2,2	121	10,2	48,1	500
7,8	8,8	ny.	5,3	120	1,7	62	2,6	21,2	69
1,6	5,7	ny.	4,8	117	0,9	116	5,1	27,0	141

növekedett az NPK hatékonysága, sőt kis mértékben csökkent. A várpalotai lignit + NPK kezelésnél a nitrogén és foszfor felvétel szignifikánsan kisebb volt mint az NPK kezelésnél.

A második kísérlet sorozatban az érlelés hatását vizsgáltuk meszes és savanyú homoktalajon a lignitporok és NPK kezelések hatásaira és kölcsönhatásaira. Az érleléssel kedvező körülményeket biztosítottunk a lignitporok hatásának kifejtéséhez és így arra is következtethetünk, hogy komposztokban felhasználva a lignitporokat esetleg jobb eredményeket érhetünk el. Az érlelést termosztátban végeztük 30 C°-on, 30 napig. A talajok nedvességtartalmát az érlelés alatt a természetes vízkapacitásnak megfelelő szinten tartottuk. A lignit adagokat a gyakorlati alkalmazáshoz képest fokoztuk, és így 30 g/l kg talaj lignit mennyiségeket alkalmaztunk, ez közelítőleg 500 q/ha adagnak felelhet

3. táblázat

**Lignitporok hatása a rozs-csiranövények szárazanyag képződésére és tápanyagfelvételére az őrszentmiklósi homoktalajon**

(1) Kezelések	(2) Szárazanyag		(3) Nitrogén felvétel			(4) Foszfor felvétel			(5) Kálium felvétel		
	mg/ edény	vi- szony- szám	mgN/ edény	vi- szony- szám	N %	mgP <sub>2</sub> O <sub>5</sub> / edény	vi- szony- szám	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %	mgK <sub>2</sub> O/ edény	vi- szony- szám	K <sub>2</sub> O %
a) Kontroll	677	100	18,4	100	2,70	6,0	100	0,88	24,0	100	3,57
b) Mátravidéki lignit	811	120	22,8	124	2,80	6,2	104	0,76	31,9	133	3,94
c) Hidasai lignit	887	131	24,6	134	2,73	7,0	119	0,79	29,5	123	3,36
d) Várpalotai lignit	750	111	20,7	112	2,76	5,9	99	0,79	26,6	111	3,70
e) NPK	1439	213	53,7	292	3,79	13,2	223	0,94	51,2	213	3,61
f) Mátravidéki lignit + NPK	1366	202	53,2	289	3,91	11,7	196	0,88	56,1	234	4,12
g) Hidasai lignit + NPK	1418	209	56,2	305	3,97	11,8	198	0,84	50,5	210	3,56
h) Várpalotai lignit + NPK	1233	182	40,8	222	3,37	9,9	165	0,82	43,2	180	3,44
SzD <sub>5</sub> %	193	29	7,2	39		2,2	36		8,4	35	

meg. Az előző kísérlettel azonos tápanyag szintet használtunk, 70 mg N, 35 mg  $P_2O_5$  és 35 mg  $K_2O$ /1 kg talaj,  $NH_4NO_3$ ,  $Ca(H_2PO_4)_2$  és KCl formájában. Az érlelés befejeztével NEUBAUER módszerével üvegházban az alábbi több-tényezős kísérletet állítottuk be;

I. Talaj	1. órszentmiklósi	III. NPK	1. NPK nélkül
	2. lábodi		2. NPK
II. Érlelés	1. érlelés nélkül	IV. Lignit	1. lignit nélkül
	2. érlelve		2. mátravidéki lignit
			3. hidas lignit

A kezeléseket 4 ismétléssel (összesen 96 edény) állítottuk be, kihagytuk az előző kísérlet tapasztalatai alapján a várpalotai lignitet. A rozs csíranövényeket 3 hetes korban levágtuk, 80 C°-on szárítottuk és mint az előző kísérletnél, tömény  $H_2SO_4 + H_2O_2$  eleggyel végzett roncsolás után NPK tartalmát meghatároztuk. A többtenyezős kísérlet alapadatait a 4. táblázat tartalmazza.

A tenyészedény kísérletet mint 4 tényezős kísérletet értékeltük. Az 5. táblázatban bemutatott variancia analízis adataiból leolvashatjuk a tényezők hatásait és kölcsönhatásait. Mindenekelőtt megállapíthatjuk, hogy a hidas és mátravidéki lignitporok hatása között nincs szignifikáns különbség, a lignit „fajta” hatás mindössze egy esetben szignifikáns, az órszentmiklósi talajnál mért kálium felvételben. Ugyan a hidas lignitpor érlelés esetén nagyobb mértékben növelte a szárazanyag képződést, de ez nem érte el a szignifikáns

## 4. táblázat

## Mátravidéki és hidas lignitporok hatása érleléssel és érlelés nélkül rozs-csíranövények szárazanyag képződésére és tápanyagfelvételére

(1) Keze- lés	(2) Órszentmiklós, csernozjom jellegű homok						(3) Lábod, savanyú homok					
	(4) Nem érlelt			(5) Érlelve			(4) Nem érlelt			(5) Érlelve		
	∅	(6) Lignitpor		∅	(6) Lignitpor		∅	(6) Lignitpor		∅	(6) Lignitpor	
		Mátra	Hidas		Mátra	Hidas		Mátra	Hidas		Mátra	Hidas
a) Szárazanyag, mg/edény	570	625	638	589	655	723	705	736	748	691	851	748
NPK	1078	982	913	668	796	867	958	811	913	932	828	894
b) Nitrogén felvétel, mg N/edény	10,8	21,2	19,1	18,4	22,6	21,6	18,8	23,4	23,8	22,1	28,5	24,4
NPK	44,1	42,8	38,0	25,0	32,0	35,6	41,9	36,4	38,5	36,8	29,4	34,0
c) Foszfor felvétel, mg $P_2O_5$ /edény	4,1	5,6	5,5	4,8	5,4	5,8	9,5	7,2	7,4	8,0	7,4	7,2
NPK	18,5	11,3	12,4	8,7	8,8	8,5	15,2	8,4	10,2	13,5	9,4	9,5
d) Kálium felvétel, mg $K_2O$ /edény	15,6	35,1	25,4	18,4	22,6	21,6	41,6	48,8	52,5	36,6	54,0	41,8
NPK	52,6	56,5	47,3	25,0	32,0	35,6	57,0	52,5	62,1	59,8	54,8	59,8

5. táblázat  
A töbttényezős kísérlet variancia analízise

(1) Tényező	FG	(2) Száranyag MQ	(3) N-felvétel MQ	(4) P-felvétel MQ	(5) K-felvétel MQ
a) Kezelés	11	111,6***	626,5***	79,6***	803,9***
b) Érlelés (É)	1	31,1	136,3*	61,1***	116,8
NPK	1	925,3***	5385,0***	517,2***	6509,3***
É × NPK	1	135,1**	806,2***	52,3***	97,8
c) Lignit (L)	2	8,4	53,2	53,8***	652,5***
átlag (á)	1	10,4	106,0*	104,5***	1259,2***
fajta (f)	1	6,4	0,4	3,2	45,7
É × L	2	30,2	12,2	13,9**	2,8
É × L átlag	1	59,9	10,8	26,4***	55,1
É × L fajta	1	4,5	13,6	1,4	0,5
NPK × L	2	35,7	136,7**	45,4***	291,9*
NPK × L átlag	1	63,4*	235,2**	88,2***	352,4*
NPK × L fajta	1	7,9	38,3	2,7	231,4
É × NPK × L	2	10,3	79,8*	9,6*	87,2
É × NPK × L á.	1	13,9	107,9*	17,5**	63,8
É × NPK × L f.	1	6,6	51,7	1,7	110,5
d) Talaj (T)	1	85,0*	119,3*	32,9***	5105,6***
Talaj × Kezelés	11	29,6*	51,2*	15,2***	173,2**
T × É	1	55,1	28,8	29,1***	9,3
T × NPK	1	68,8*	128,8*	47,0***	456,3*
T × É × NPK	1	68,6*	54,6	52,7***	370,1*
T × L	2	8,1	63,8	10,4**	152,8
T × L á.	1	16,1	113,6*	20,9**	183,9
T × L f.	1	0,0	14,0	0,0	121,8
T × É × L	2	23,8	27,4	1,3	231,0*
T × É × L á.	1	17,5	22,2	1,7	85,2
T × É × L f.	1	30,2	32,6	1,0	376,8*
T × NPK × L	2	20,2	28,2	0,9	37,3
T × NPK × L á.	1	12,0	39,3	1,7	37,2
T × NPK × L f.	1	28,4	17,1	0,1	37,4
T × NPK × É	2	14,5	56,2	6,8*	113,3
T × NPK × É × L á.	1	29,1	112,4*	13,6*	220,4
T × NPK × É × L f.	1	0,0	0,0	0,0	6,3
e) Hiba	72	15,3	24,1	2,1	68,0

különbséget. Ezért a továbbiakban a két lignit adatait összevontuk és lignit átlagokkal számoltunk.

A talaj, valamint a talaj × kezelés, és ezen belül a talaj × NPK kölcsönhatás mind a szárazanyag képződésben, mind a nitrogén, foszfor és kálium fel-

6. táblázat

Az érlelés, a lignit és az NPK hatása rozs-csiranövények szárazanyag képződésére és tápanyagfelvételére őrszentmiklósi homoktalajon (eredménytáblázat)

(1) Kezelés	(2) Érlelés nélkül					(3) Érlelve				
	∅	Lignit	D	SzD <sub>5</sub> %	(4) Átlag	∅	Lignit	D	SzD <sub>5</sub> %	(4) Átlag
A) Szárazanyag, mg/edény										
∅	570	631	+61	133	600	589	688	+99	111	638
NPK	1073	947	-126		1010	668	831	+163*		749
D	+503*	+316*		187	+410*	+79	+143*		157	111*
SzD <sub>5</sub> %	152	108			94	127	90			78
Átlag	821	789	-32	94	805	628	759	111*	78	693

a = 135; b = 135; c = 135; d = 68; e = 83

B) Nitrogén felvétel mg N/edény										
∅	10,8	20,1	+9,3*	3,5	15,4	18,4	22,1	+3,7	5,3	20,2
NPK	44,1	40,4	-3,7*		42,2	24,9	33,8	+8,9*		29,2
D	+33,3*	+20,3*		4,9	+26,8*	+6,5*	+11,7*		7,5	+9,1*
SzD <sub>5</sub> %	4,0	2,8			2,5	6,1	4,3			3,8
Átlag	27,4	30,2	+2,8*	2,5	28,8	21,6	27,9	+6,3*	3,8	24,7

a = 4,9; b = 4,9; c = 4,9; d = 2,5; e = 3,0

C) Foszfor felvétel, mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /edény										
∅	4,2	5,6	+1,4*	1,2	4,8	4,8	5,6	+0,8	1,2	5,2
NPK	18,5	11,9	-6,6*		15,2	8,7	8,3	-0,4		8,5
D	+14,3*	+6,3*		1,7	+10,3*	+3,9*	+2,7*		1,7	+3,3*
SzD <sub>5</sub> %	1,8	1,3			0,9	1,8	1,3			0,9
Átlag	11,3	8,7	-2,6*	0,9	10,0	6,8	6,9	+0,2	0,9	6,8

a = 1,8; b = 1,8; c = 1,8; d = 0,9; e = 1,1

D) Kálium felvétel, mg K <sub>2</sub> O/edény										
∅	15,6	30,3	+14,7*	4,7	22,9	20,5	32,5	+12,0*	7,0	26,5
NPK	52,6	51,9	-0,7		52,2	32,4	48,8	+16,4*		40,6
D	+37,0*	+21,6*		6,6	+29,3*	+11,9*	+16,3*		9,9	+14,1*
SzD <sub>5</sub> %	5,3	3,8			3,3	8,0	5,7			4,9
Átlag	34,1	41,1	+7,0*	3,3	37,6	26,4	40,6	+14,2*	4,9	33,5

a = 6,6; b = 6,6; c = 6,6; d = 4,1; e = 3,3

a) SzD<sub>5</sub>% a lignit nélküli kombinációkra, b) lignit kombinációkra, c) lignit nélküli átlagokra, d) lignit átlagokra és e) NPK átlagokra.

vételben szignifikáns, tehát a talajok szignifikánsan befolyásolták a kezelések hatását. Az érlelés hatása a N és P felvételben szignifikáns, az érlelés × NPK kölcsönhatás viszont a N és P felvételen kívül a szárazanyag képződésben is. Az érlelés csökkentette az NPK hatását; az érlelés nélkül, közvetlenül az ültetéskor adott NPK, különösen az őrszentmiklósi talajon jóval nagyobb szárazanyag képződést, nitrogén és foszfor felvételt eredményezett, mint érleléskor.



7. táblázat

Az érlelés, a lignit és az NPK hatása rozs-csiranövények szárazanyag képződésére és tápanyagfelvételére lábodi homoktalajon (eredménytáblázat)

(1) Kezelés	(2) Érlelés nélkül					(3) Érlelve				
	∅	Lignit	D	SzD <sub>5</sub> %	(4) Átlag	∅	Lignit	D	SzD <sub>5</sub> %	(4) Átlag
A) Szárazanyag, mg/jedény										
∅	705	742	+37	131	723	691	+240*	211	811	
NPK	958	861	-97		909	799	+61		829	
D	+253*	+119*		185	+186*	+108	-71		297	+18
SzD <sub>5</sub> %	150	106			93	271			149	149
Átlag	831	801	-30	93	816	745	+150*	149	820	

a = 212; b = 212; c = 212; d = 106; e = 130

B) Nitrogén felvétel, mg N/jedény										
∅	18,7	23,6	+4,9	5,5	21,1	22,1	26,4	+4,3	9,6	24,2
NPK	41,9	37,5	-4,4		39,7	36,8	31,7	-5,1		34,2
D	+23,2*	+13,9*		7,8	+18,6*	+14,7*	+5,3		13,5	10,0*
SzD <sub>5</sub> %	6,3	4,5			3,9	10,9	7,8			6,7
Átlag	30,3	30,5	+0,2	3,9	30,4	29,4	29,0	-0,4	6,7	29,2

a = 8,6; b = 8,6; c = 8,6; d = 4,3; e = 5,3

C) Foszfor felvétel, mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /jedény										
∅	9,5	7,3	-2,2*	2,0	8,4	8,0	7,3	-0,7	2,0	7,6
NPK	15,2	9,3	-5,9*		12,2	13,5	9,4	-4,0*		11,4
D	+5,7*	+2,0*		2,8	+3,8*	+5,4*	+2,2*		2,8	+3,8*
SzD <sub>5</sub> %	2,3	1,6			1,4	2,3	1,6			1,4
Átlag	12,3	8,3	-4,0*	1,4	10,3	10,7	8,4	-2,4*	1,4	9,6

a = 2,3; b = 2,3; c = 2,3; d = 1,2; e = 1,1

D) Kálium felvétel, mg K <sub>2</sub> O/jedény										
∅	41,6	50,6	+9,0	10,8	46,1	36,7	47,9	11,2	16,5	42,3
NPK	57,0	58,2	+1,2		57,6	59,8	57,3	-2,5		58,5
D	+15,4*	+7,6		15,2	+11,5*	+23,1*	+9,4		23,3	+16,2*
SzD <sub>5</sub> %	12,3	8,7			7,6	18,9	13,4			11,6
Átlag	49,3	54,4	+5,1	7,6	51,8	42,2	52,6	+4,4	11,6	50,4

a = 15,4; b = 15,4; c = 15,4; d = 7,7; e = 9,4

A lignit hatás a P és K felvételben szignifikáns, az érlelés × lignit kölcsönhatás már csak a foszfor felvételben. Az NPK × lignit kölcsönhatás (lignit-átlag) a szárazanyag képződésben és a tápanyag felvételben is szignifikáns, a lignitporok csökkentik az érlelés alatt végbement tápanyag veszteségeket, kedvező hatást fejtettek ki. A talaj × érlelés × NPK × lignit (lignit átlag) kölcsönhatás szintén a N és P felvételben volt szignifikáns; míg az órszentmiklósi talajon a lignitporok az érlelés következtében végbemenő tápanyag veszteségeket csökkentik, addig a lábodi talajon ez a kedvező lignit hatás elmarad, vagy nem jelentős.

Az ismertetett variancia analízis eredményei alapján az eredmény táblázatokat talajonkénti bontásban adtuk meg. A 6. táblázatban az őrszentmiklói talajra, a 7. táblázatban a lábodi talajra vonatkozóan ismertettük az érlelés, a lignit és az NPK kezelések hatását bemutató adatokat. A táblázatokban ligniten a hidasi és mátravidéki lignitporok átlagát értjük, az  $SzD_{5\%}$  értékek a megfelelő különbségekre (D) vonatkoznak. Az a-e. jelzésű adatok  $SzD_{5\%}$  értékek és az érlelés nélkül, illetve érleléssel kapott eredmények összehasonlítására szolgálhatnak.

Az őrszentmiklói homoktalajon (6. táblázat) érlelés nélkül szignifikáns lignit hatás csak a tápanyag felvételben volt, a szárazanyag képződésre nem fejtettek ki megbízható hatást. Érlelés nélkül a lignitporok minden esetben csökkentették az NPK kezelések hatását. Ez a negatív hatás a nitrogén és foszfor felvételben szignifikáns. Talajjal együtt érlelve a lignitporokat csak a rozs kálium felvételében mutatkozott szignifikáns hatás, a szárazanyag képződésre, valamint a nitrogén és foszfor felvételre a lignit hatás ugyan pozitív, de nem

8. táblázat

A lignit és az NPK hatása az érlelt és nem érlelt kezelések átlagában a rozs-csíránövények szárazanyag képződésére és tápanyag felvételére (eredménytáblázat)

(1) Kezelés	(2) Őrszentmiklói talaj					(3) Lábodi talaj				
	∅	Lignit	D	$SzD_{5\%}$	(4) Átlag	∅	Lignit	D	$SzD_{5\%}$	(4) Átlag
A) Szárazanyag, mg/jedény										
∅	580	660	+60	84	620	698	836	+72	131	734
NPK	871	889	+18		880	878	861	-84		903
D	+291*	+229*		118	+260*	+247*	+91		185	+169*
$SzD_{5\%}$	96	68			59	150	106			93
Átlag	725	774	+49	59	749	821	815	-6	93	818
B) Nitrogén felvétel, mg N/jedény										
∅	14,6	21,1	+6,5*	3,1	17,8	20,4	25,0	+4,6	5,3	22,7
NPK	34,5	37,1	+2,6		35,8	39,3	34,6	-4,7		36,9
D	+19,9*	+16,0*		4,3	+18,0*	+18,9*	+9,6*		7,5	+14,2*
$SzD_{5\%}$	3,5	2,5			2,2	6,1	4,3			3,8
Átlag	24,5	29,1	+4,6*	2,2	26,8	29,8	29,8	0,0	3,8	29,8
C) Foszfor felvétel, mg $P_2O_5$ /jedény										
∅	4,5	5,6	+1,1*	0,9	5,0	8,8	7,3	-1,4*	1,4	8,0
NPK	13,6	10,1	-3,5*		11,8	14,3	9,4	-4,9*		11,8
D	+9,1*	+4,5*		1,2	+6,8*	+5,6	+2,1*		2,0	+3,8*
$SzD_{5\%}$	1,3	0,9			0,6	1,6	1,2			1,0
Átlag	9,0	7,8	-1,2*	0,6	8,4	11,5	8,3	-3,2*	1,0	9,9
D) Kálium felvétel, mg $K_2O$ /jedény										
∅	18,0	31,4	+13,4*	4,1	24,7	39,1	49,2	+10,1*	9,5	44,1
NPK	42,5	50,4	+7,9*		46,4	58,4	57,8	-0,6		58,1
D	+24,5*	+19,0*		5,8	+21,7*	+19,3*	+8,6*		13,4	+14,0*
$SzD_{5\%}$	4,7	3,3			2,9	10,9	7,7			6,7
Átlag	30,2	40,9	+10,7*	2,9	35,5	48,7	53,5	+4,8	6,7	51

éri el a szignifikáns különbség határát. Az NPK-val együtt adott lignit csökkentette az érlelés következtében végbement feltehetően jelentős NPK veszteségeket, ez a hatás a szárazanyag képződésben és a N valamint a K felvételben szignifikáns. Az őrszentmiklósi talajon a  $\emptyset$ -NPK átlagokra számított érlelés hatások mind a szárazanyag képződésben, mind a tápanyag felvételben szignifikánsan negatívak voltak, a lignit-NPK átlagokra számított érlelés hatás különbségek csak a foszfor felvételben voltak megbízhatóak.

A lábodi homoktalajon (7. táblázat) a lignit hatás érlelés nélkül csak a foszfor felvételben szignifikáns; a lignitporok csökkentették a rozs foszfor felvételét. A lignit hatás az NPK kezeléseknél negatív, ami szintén a foszfor felvételben szignifikáns. A lábodi savanyú homoktalajon az érlelés kisebb mértékben okozott tápanyag veszteségeket, mint az őrszentmiklósi meszes homoktalajon, részben ennek következtében maradt el a lignit pozitív hatása az NPK érleléses veszteségek csökkentésében, sőt a foszfor felvételben a lignit-NPK hatás szignifikánsan negatív. A  $\emptyset$ -NPK és a lignit-NPK átlagokra számított különbségek egyik esetben sem érték el a szignifikáns különbséget, így az érlelés savanyú homokon lényegében nem befolyásolta az NPK és lignit hatásokat.

A 8. táblázatban a lignit és NPK hatásokat az érlelt és nem érlelt kezelek átlagára számítva mutatjuk be. Láthatjuk a táblázat adataiból, hogy a szárazanyag képződésre mind a kontroll mind az NPK kezeléseknél az összevont lignit hatás egyik talajnál sem szignifikáns. Nitrogén felvételben az összevont lignit hatás csak az őrszentmiklósi talaj kontroll kezeléseinél szignifikáns. A foszfor felvételt a lábodi savanyú homoktalajon a lignitporok szignifikánsan csökkentették a kontroll és NPK kezeléseknél egyaránt, az őrszentmiklósi talajon a kontroll kezeléseknél szignifikánsan pozitív, az NPK kezeléseknél pedig negatív hatása volt. A kálium felvételben az összevont lignit hatás általában pozitív és szignifikáns, csak a lábodi talaj NPK kezeléseiben nem talá-lunk lignit hatást.

### Következtetések

A hazánkban mezőgazdasági célra leginkább rendelkezésre álló hidasi, mátravidéki és várpalotai lignitporok közül első tenyészedény kísérletünkben a hidasi lignitpor volt a legeredményesebb. Ebben a kísérletben a hidasi lignitpor NPK nélkül adva is növelte a rozs szárazanyag képződését kis mértékben. A lignitporok hatásában szerepet játszik az oldható humusz tartalom, a lignitporok sorrendjével megegyezett az oldható huminanyag tartalom növekvő sorrendje; várpalotai, mátravidéki és hidasi lignit. Hozzá kell tennünk azonban, hogy a kísérleteinkben szereplő lignitporok közül legnagyobb oldható huminanyag tartalmú hidasi lignit is mindössze 11,5%-ot tartalmazott. Feltételezhető, hogy jelentősebb hatékonyság csak ennél nagyobb, legalább 15–20% (széntartalomra számítva) oldható huminanyagot tartalmazó lignitporoktól várható. Ezt csak feltételezhetjük, mivel kísérleteinkben jóval kisebb huminanyag tartalmú lignitek szerepeltek.

A tápanyagokkal együtt adott lignitporok nem növelték sem a termést, sem az NPK felvételt, sőt a várpalotai lignit szignifikánsan csökkentette az NPK hatást. Tehát levonhatjuk azt a következtetést, amit a második tenyészedény kísérlet sorozat adatai is megerősítenek, hogy az NPK-val együtt felhasznált lignitporoktól nem várhatunk jobb hatást kísérletünk körülményei között, mintha csak NPK-t adtunk volna.

Savanyú és meszes homoktalajon vizsgáltuk, hogyan befolyásolja az érlelés a hidasi és mátravidéki lignitporok, valamint az NPK kezelések hatását. Annak ellenére, hogy a hidasi lignitpor általában eredményesebb volt a mátravidékinél, a vizsgált tényezők túlnyomó részénél nem volt közöttük szignifikáns különbség. Az érlelés az órszentszőlősi talajon csökkentette az NPK hatást, a tápanyagfixáció, nitrogén veszteségek következtében, ezt a hatást a lignitporok kisebbítették. Lignitporok jelenlétében érlelésnél lecsökkennek a tápanyag veszteségek, a megkötődések. A lignitporok kedvező hatása a szárazanyagképződésben, a nitrogén és a kálium felvételben jelentkezett. A lábodi savanyú homoktalajon az érlelés nem befolyásolta az NPK és a lignit hatását.

Érlelés nélkül a lignit hatása csak a tápanyagfelvételben jelentkezett, NPK-val együtt adva ebben a kísérletünkben sem fejtettek ki pozitív hatást a tápanyagok érvényesülésére, sőt néhány esetben kisebbítették.

Hazai lignitporaink felhasználásánál figyelembe kellene venni azok kémiai összetételét is, gondosabban kellene mérlegelni felhasználásuk módját. Kísérleteink alapján arra a következtetésre juthatunk, hogy a különböző kompozitok készítésében, mint az érlelésnél lejátszódó folyamatokban pozitív szerepet játszó komponens, lehetnek leginkább eredményesebb hazai lignitporaink.

### Összefoglalás

Tenyészedény kísérletekben vizsgáltuk néhány hazai, mezőgazdasági célokra leginkább rendelkezésre álló lignit, a mátravidéki, hidasi és a várpalotai lignitpor hatását a fiatal rozs növények szárazanyag képződésére és tápanyagfelvételére meszes és savanyú homoktalajon. A kísérletek nem igazolták azt az eléggé elterjedt véleményt, hogy a lignitporok fokozzák a műtrágyák hatékonyságát. A tápanyagokkal együtt adott lignitporok sem a termést, sem a tápanyag felvételt nem fokozták, sőt több esetben csökkentették.

Többtényezős kísérletben vizsgálva az érlelés hatását a lignit és lignit+NPK kezelésekre megállapítottuk, hogy az érlelés következtében lejátszódó tápanyag veszteségeket meszes homokon a lignitporok csökkentik. Az oldható huminanyag tartalom kedvezően befolyásolhatja a lignitporok hatékonyságát. Savanyú homoktalajon az érlelés és a lignithatás jelentéktelen volt. A lignitporokat elsősorban a különböző kompozitok készítésében lehet eredményesen felhasználni.

### Irodalom

- [1] FÁRI, L.: A barnaszén trágyázószer. Természettud. Közl. **65.** 176—178. 1933.
- [2] HERKE, S.: Adatok a meszes szikések javításához. Agrokémia és Talajtan. **3.** 321—328. 1954.
- [3] HERKE, S.: A lignitpor hatása a rizs fejlődésére a Dunavölgyében. I. Agrokémia és Talajtan. **8.** 109—130. 1959.
- [4] I'SO, A.: A lignitpor felhasználása a mátraaljai szőlőink trágyázásánál. A Szől. Kut. Int. Kutatási Eredményei 1962. Vol. 2. 25—28. Mezőgazd. Kiadó. Budapest. 1962.
- [5] JÓCSIK, L.: Komposztálás. Mezőgazd. Kiadó. Budapest. 1962.
- [6] KISSEL, A. D.: Kurze Studie über die Ursachen der erfolgreichen Wirkung von Braunkohle auf die Entwicklung von Nutzpflanzen. I. II. III. Brennstoffchemie. **11.** 257—260. 1930. **12.** 101—107. 1931., **12.** 245—251. 1931.
- [7] KISSEL, A. D.: Die Verwendung von Kohlen als Düngemittel. Chim. et Ind. **29.** 705—718. 1933.

- [8] LIESKE, R.: Neuere Untersuchungen über die Wirkung von Kohlen als Düngemittel. *Angew. Chem.* **45**. 121—124. 1932.
- [9] SARKADI, J.: Einfluss von Superphosphat und von Lignitpulver auf die Verluste an organischer Substanz und an Pflanzennährstoffen im Stallmist. *Mat. konf. nauk. „Nawozy Organiczne”*, Szczecin, 1959. *Zeszyty Naukowe.* **7**. 81—97. 1962.
- [10] SZABOLCS, I., SZONDY, Gy. & TÖRÖK, L.: Lignitporral kiegészített istállótrágya komposztálásának vizsgálata. *Agrokémia és Talajtan.* **11**. 97—104. 1962.
- [11] Talaj- és trágyavizsgáló módszerek. *Mezőgazd. Kiadó.* Budapest. 1962.
- [12] VOUK, V.: Neue Versuche zur Kenntnis der Wirkung der Braunkohle auf das Pflanzen-Wachstum. *Gartenbauwissensch.* **6**. 55—67. 1931/32.
- [13] WITKOVSKY, E.: Újabb anyagok felhasználása a szőlő trágyázásánál. *A Szől. Kut. Int. Kutatási Eredményei* 1962. Vol. 1. 18—21. *Mezőgazd. Kiadó.* Budapest. 1962.
- [14] WITKOVSKY, E.: A korszerű szőlőtelepítés alaptrágyázása. *Kertészet és Szőlészet.* **11**. (22) 6. 1962.
- [15] WITKOVSKY, E.: A szőlőtalanok javításának eredményei. *Kertészet és Szőlészet.* **12**. (2) 14. 1963.

Érkezett: 1966. november 4.

## Examination of Several Hungarian Lignite Powders in Pot Experiments

M. KOZÁK

Research Institute of Soil Science and Agricultural Chemistry of the Hungarian Academy of Sciences, Budapest

### Summary

The effects of several Hungarian lignite powders on the nutrient uptake and dry matter production of rye seedlings were examined in pot experiments. The examined lignite powders, coming from the district of the Mátra mountains, Hidas and Várpalota, are the most easily available for agricultural purposes. The experiments were conducted on a chernozemlike, calcareous sandy soil (Órszentmiklós) and on a brown forest soil with clay illuviation (Lábod) which developed on acid sand. In the first pot experiment the effects of three different lignite powders on the calcareous sandy soil were examined with or without the application of NPK. Neither the dry matter production, nor the nutrient uptake were increased by the lignite powders applied together with nutrients, in fact, in some cases they were even decreased. From among the treatments without NPK, the application of Hidas lignite powder which had the relatively highest soluble humic matter content, brought about an increase in the dry matter production. It was assumed that lignites with higher soluble humic matter content (at least 15—20%, calculated for the carbon content) might be more effective, because the sequence of the lignites' effectiveness corresponded to that of their soluble humic matter content.

When examining the effect of incubation on lignite- and lignite-NPK treatments in multifactor experiments, it was established that on calcareous sand the lignite powders diminished the nutrient loss caused by incubation. Incubation was carried out in a thermostat at 30° C for 30 days and the moisture content was maintained at a level corresponding to the soils' field capacity. In view of their useful effect exercised during incubation, the lignite powders may be successfully used as components of various composts. On acid sand the effects of both the lignite powders and incubation were negligible.

*Table 1.* Characterization of the examined soils. (1) Soil, place of origin, Órszentmiklós, chernozemlike sandy soil, calcareous sand; Lábod, brown forest soil with clay illuviation, acid sand. (2) Hydrolitic acidity. (3) Sticky limit,  $A_K$  = number of stiffness according to Arany. (4) Physical clay, particles smaller than 0,02 mm in diameter. (5) Total nitrogen, mg N/100 g soil. (6) Available, acid soluble phosphorus, mg  $P_2O_5$ /100 g soil. (7) Available, acid soluble potassium, mg  $K_2O$ /100 g soil.

*Table 2.* Agrochemical characterization of the lignite powders. (1) Lignite, place of origin. (2) Ash, %. (3) Sulphur content, total S%, water soluble S%. (4) Soluble humus % (according to Kononova), N,  $P_2O_5$  and  $K_2O$  contents, mg/100 g lignite. (5) Total N, mg N/100 g lignite. (6) Water soluble, acid soluble phosphorus, mg  $P_2O_5$ /100 g lignite. (7) Water

soluble, acid soluble potassium, mg  $K_2O/100$  g lignite. (8) Water soluble calcium, mg  $Ca/100$  g lignite.

*Table 3.* Effects of lignite powders on the nutrient uptake and dry matter production of rye seedlings on a sandy soil of Órszentmiklós. (1) Treatments. *a)* Control, *b)* lignite from the district of Mátra mountains, *c)* lignite from Hidas, *d)* lignite from Várpalota, *e)* NPK, *f)* lignite from the district of Mátra mountains + NPK, *g)* lignite from Hidas + NPK, *h)* lignite from Várpalota + NPK. (2) Dry matter, mg/pot, ratio. (3) Nitrogen uptake, mg N/pot, ratio, N%. (4) Phosphorus uptake, mg  $P_2O_5/pot$ , ratio,  $P_2O_5\%$ . (5) Potassium uptake, mg  $K_2O/pot$ , ratio,  $K_2O\%$ .

*Table 4.* Effects of lignite powders from the district of Mátra mountains and Hidas on the nutrient uptake and dry matter production of rye seedlings with or without incubation. (1) Treatment. (2) Órszentmiklós, chernozem-like calcareous sand. (3) Lábod, acid sand. (4) Without incubation. (5) With incubation. (6) Lignite powder, M = from the district of Mátra mountains, H = from Hidas. *a)* Dry matter mg/pot, *b)* nitrogen uptake, mg N/pot, *c)* phosphorus uptake, mg  $P_2O_5/pot$ , *d)* potassium uptake, mg  $K_2O/pot$ .

*Table 5.* Variance analysis of the multifactor experiment. (1) Factor. (2) Dry matter MQ. (3) Nitrogen uptake MQ. (4) Phosphorus uptake MQ. (5) Potassium uptake MQ. *a)* Treatment, *b)* incubation (É) *c)* lignite (L), average (á), variety (f), *d)* soil (T) *e)* error.

*Table 6.* Effects of incubation, lignite and NPK on the nutrient uptake and dry matter production of rye seedlings on a sandy soil of Órszentmiklós. (1) Treatment. (2) Without incubation. (3) With incubation. (4) Average. *A)* Dry matter, mg/pot. *B)* Nitrogen uptake, mg N/pot. *C)* Phosphorus uptake, mg  $P_2O_5/pot$ . *D)* Potassium uptake, mg  $K_2O/pot$ . *a)*  $LSD_{5\%}$ , for combinations without lignite, *b)*  $LSD_{5\%}$ , for lignite combinations, *c)*  $LSD_{5\%}$ , for averages without lignite, *d)*  $LSD_{5\%}$ , for averages with lignite, *e)*  $LSD_{5\%}$ , for averages with NPK.

*Table 7.* Effects of incubation, lignite and NPK on the nutrient uptake and dry matter production of rye seedlings on a sandy soil of Lábod. For classification marks see Table 6.

*Table 8.* Effects of lignite and NPK on the nutrient uptake and dry matter production of rye seedlings in the average of treatments with or without incubation. (1) Treatment. (2) Órszentmiklós soil. (3) Lábod soil. (4) Average. From *A)* to *D)* See Table 6.

## Untersuchung über die Wirkung einiger ungarischer Lignitarten in Gefäßversuchen

M. KOZÁK

Forschungsinstitut für Bodenkunde und Agrikulturchemie der Ungarischen Akademie der Wissenschaften, Budapest

### Zusammenfassung

Es wurde die Wirkung einiger ungarischer — für landwirtschaftliche Zwecke am meisten zur Verfügung stehender — Lignitarten auf die Trockensubstanzproduktion und Nährstoffaufnahme der Roggenkeimpflanzen untersucht. Die Versuche wurden auf einem tschernozyjomartigen kalkhaltigen Sandboden (Órszentmiklós) und auf einem aus sauerem Sande entstandenen braunen Waldboden mit Toneinwaschungen (Lábod) durchgeführt. In der ersten Versuchsreihe wurde die Wirkung drei verschiedener Lignite mit und ohne NPK-Gabe auf kalkhaltigem Sandboden gemessen. Die Lignite mit mineralischen Nährstoffen zusammen verursachen weder in der Trockensubstanzproduktion, noch in der Nährstoffaufnahme eine Steigerung, eher setzen sie in einigen Fällen diese herab. In den Varianten ohne NPK-Gabe steigerte der Lignit aus Hidas, der relativ reichste an Huminstoffen, die Trockensubstanz-Produktion. Wie es scheint, könnten die Lignite mit einem höheren (auf den Kohlenstoffgehalt gerechnet 15–20%-igen) löslichen Huminstoffgehalt bessere Ergebnisse aufweisen, da die Reihenfolge der Wirksamkeit bei den Ligniten mit derjenigen ihres Humingehaltes übereinstimmte.

In einem polyfaktorialen Versuch wurde die Wirkung der Kompostierung auf die Varianten von Lignit und Lignit + NPK untersucht. Man konnte feststellen, dass der Nährstoffverlust, der als Folge der Inkubation auftrat, durch Anwendung von Lignitstaub (auf kalkhaltigem Sand) verringert werden konnte. Die Inkubation wurde in einem Thermostat bei 30 C°, 30 Tage lang, bei ständig gehaltenem, der Feldkapazität entsprechen-

dem Wassergehalt durchgeführt. Wegen ihrer günstigen Wirkung während der Inkubation können die Lignite als Komponenten verschiedener Komposte angewendet werden. Auf sauerem Sandboden war die Wirkung der Inkubation und des Lignits gleichfalls nicht von Bedeutung.

*Tabl. 1.* Einige Angaben über die einzelnen Bodenarten. (1) Boden, Herkunftsort, Örszentmiklós, tschernozyjomartiger Sandboden, kalkhaltiger Sand; Lábod, brauner Waldboden mit Toneinwaschungen, saurer Sand; (2) Hydrolitische Azidität, (3) Bindigkeit,  $A_K$  = Bindigkeitszahl nach Arany, (4) abschlämmbarer Teil, Fraktion von weniger als 0,02 mm Teilchendurchmesser, (5) Gesamter Stickstoffgehalt, mg N/100 g Boden, (6) aufnehmbare, säurelöslicher Phosphor, mg  $P_2O_5$ /100 g Boden; (7) aufnehmbares, säurelösliches Kalium, mg  $K_2O$ /100 g Boden.

*Tab. 2.* Agrikulturchemische Daten der Lignite. (1) Lignit, Herkunftsort, (2) Asche in %, (3) Schwefelgehalt, gesamter S %, löslicher S %, (4) löslicher Humusgehalt nach Kononova in %, N,  $P_2O_5$  und  $K_2O$ -Gehalt mg/100 g Lignit, (5) gesamter Stickstoffgehalt mg N/100 g Lignit, (6) wasser- und säurelöslicher Phosphor, mg  $P_2O_5$ /100 g Lignit, (7) wasser- und säurelösliches Kalium, mg  $K_2O$ /100 g Lignit, (8) wasserlösliches Kalzium, mg Ca/100 g Lignit.

*Tab. 3.* Wirkung der Lignite auf die Trockensubstanzproduktion und Nährstoffaufnahme der Roggenkeimpflanzen auf dem Sandboden von Örszentmiklós. (1) Varianten; a) Kontrolle, b) Lignit aus der Mátra-Gegend, c) Lignit aus Hidas, d) Lignit aus Várpalota, e) NPK, f) Lignit aus der Mátra-Gegend + NPK, g) Lignit aus Hidas + NPK, h) Lignit aus Várpalota + NPK (2) Trockensubstanz, mg/Gefäß, relativ, (3) Stickstoffaufnahme, mg N/Gefäß, relativ, N % (4) Phosphoraufnahme, mg  $P_2O_5$ /Gefäß, relativ,  $P_2O_5$  % (5) Kaliumaufnahme, mg  $K_2O$ /Gefäß, relativ,  $K_2O$  %.

*Tab. 4.* Wirkung des Lignits von der Mátra-Gegend und von Hidas mit und ohne Inkubation auf die Trockensubstanzproduktion und Nährstoffaufnahme der Roggenkeimpflanzen. (1) Örszentmiklós, tschernozyjomartiger, kalkhaltiger Sand, (2) Lábod, saurer Sand, (3) ohne Inkubation, (4) mit Inkubation, (5) Lignitstaub, M = von der Mátra-Gegend, H = von Hidas, (6) Trockensubstanz mg/Gefäß, (7) Stickstoffaufnahme, mg N/Gefäß, (8) Phosphoraufnahme, mg  $P_2O_5$ /Gefäß, (9) Kaliumaufnahme, mg  $K_2O$ /Gefäß.

*Tab. 5.* Varianzanalyse des polyfaktorialen Versuches. (1) Faktor, (2) Trockensubstanz MQ, (3) N-Aufnahme MQ, (4)  $P_2O_5$ -Aufnahme MQ, (5)  $K_2O$ -Aufnahme MQ, a) Variante, b) Inkubation (É), c) Lignit (L), Durchschnittswert (á), Art (f), d) Boden (T) e) Fehler.

*Tab. 6.* Wirkung von Inkubation, Lignit und NPK auf die Trockensubstanzproduktion und Nährstoffaufnahme der Roggenkeimpflanzen auf dem Sandboden von Örszentmiklós (Ergebnistabelle) (1) Behandlung. (2) Ohne Inkubation, (3) mit Inkubation, (4) Durchschnittswerte, A) Trockensubstanz, mg/Gefäß, B) Stickstoffaufnahme, mg N/Gefäß, C) Phosphoraufnahme, mg  $P_2O_5$ /Gefäß, D) Kaliumaufnahme, mg  $K_2O$ /Gefäß. a)  $GD_{5\%}$  für die Varianten ohne Lignit, b)  $GD_{5\%}$  für die Varianten mit Lignit, c)  $GD_{5\%}$  für die Durchschnittswerte ohne Lignit, d)  $GD_{5\%}$  für die Durchschnittswerte mit Lignit, e)  $GD_{5\%}$  für die NPK-Durchschnittswerte.

*Tab. 7.* Wirkung von Inkubation, Lignit und NPK auf die Trockensubstanzproduktion und Nährstoffaufnahme der Roggenkeimpflanzen auf dem Sandboden von Lábod (Ergebnistabelle). Zeichen siehe Tab. 6.

*Tab. 8.* Wirkung von Lignit und NPK im Durchschnitt von den Varianten mit und ohne Inkubation auf die Trockensubstanzproduktion und Nährstoffaufnahme von Roggenkeimpflanzen (Ergebnistabelle). (1) Boden von Örszentmiklós, (2) Boden von Lábod, A) - D) siehe Tab. 6.

## Некоторые исследования, связанные с применением венгерской лигнитовой пыли в вегетационных опытах

М. КОЗАК

Научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии А. Н. Венгрии, Будапешт

### Резюме

В вегетационных опытах изучались несколько типов лигнита, используемого в сельскохозяйственных целях, а именно влияние лигнита из Магравидек, Хидаш и Варпалота на образование сухого вещества и усвоение питательных веществ проростками

ржи. Для опытов использовалась черноземовидная карбонатная песчаная почва (Эрсентмиклош) и иллимеризованная бурая лесная почва, образованная на кислом песке (Лабод).

В первой серии опытов на карбонатной песчаной почве изучали влияние трех видов лигнитовой пыли с NPK и без NPK. Лигнитовая пыль, вносимая вместе с питательными элементами не увеличила ни образование сухого вещества, ни степень усвояемости питательных элементов, напротив, в отдельных случаях оказывала отрицательное влияние. В вариантах с внесением лигнита без NPK лигнит из Хидаш, содержащий относительно самое большое количество растворимых гуминовых веществ, оказал влияние на увеличение образования сухого вещества. Предполагаем, что лигниты, содержащие значительное количество растворимых гуминовых веществ (по крайней мере 15—20% в пересчете на содержание углерода) могут оказывать эффект, так как ряд лигнитов по их эффективности совпадает с рядом повышающегося содержания в них растворимых гуминовых веществ.

Изучая в вегетационных опытах влияние инкубирования на варианты с лигнитом и лигнитом + NPK, определили, что лигнитовая пыль снижает потери питательных элементов при инкубации (на карбонатной песчаной почве). Образец выдерживался в термостате в течение 30-ти дней при температуре 30° С и влажности, соответствующей полевой влагоемкости. Из-за благоприятных свойств лигнита при инкубации они эффективно могут использоваться как компоненты различных компостов. На кислых песках влияние инкубирования и внесения лигнита было одинаково мало эффективным.

*Табл. 1.* Характеристика почв, взятых для опыта: (1) Почва, место залегания, Эрсентмиклош, черноземовидная песчаная почва, карбонатный песок. Лабод, иллимеризованная бурая лесная почва, кислый песок. (2) Гидролитическая кислотность. (3) Связность, число связности по Арань (АК)/(4) Илистая фракция, частички меньше 0,02 мм. (5) Общий азот в  $\text{мгP}_2\text{O}_5/100$  г почвы. (6) Усвояемый и кислотнo-растворимый фосфор в  $\text{мгP}_2\text{O}_5/100$  г почвы. (7) Усвояемый и кислотнo-растворимый калий в  $\text{мгK}_2\text{O}/100$  г почвы.

*Табл. 2.* Агрохимическая характеристика лигнитов. (1) Лигнит, место происхождения. (2) Зола в %. (3) Содержание серы, общей серы в %, воднорастворимой серы в %. (4) Воднорастворимый гумус по Кононовой в %, азот,  $\text{P}_2\text{O}_5$  и  $\text{K}_2\text{O}$ , в  $\text{мг}/100$  г лигнита. (5) Общий азот в  $\text{мг}/100$  г лигнита. (6) Воднорастворимый,  $\text{P}_2\text{O}_5$  кислотнорастворимый фосфор в  $\text{мг}/100$  г лигнита. (7) Воднорастворимый, кислотнорастворимый калий в  $\text{мгK}_2\text{O}/100$  г лигнита. (8) Воднорастворимый кальций в  $\text{мгCa}/100$  г лигнита.

*Табл. 3.* Влияние лигнитовой пыли на образование сухого вещества и усвоение питательных элементов проростками ржи, на эрсентмиклошской песчаной почве. (1) Варианты: а) Контроль, в) лигнит из Матравидек, с) лигнит из Хидаш, d) лигнит из Варпалота, е) NPK, f) лигнит из Матравидек + NPK g) лигнит из Хидаш + NPK, h) лигнит из Варпалота + NPK (2) Сухое вещество в  $\text{мг}/\text{сосуд}$ , относительное число. (3) Усвоение азота в  $\text{мгP}_2\text{O}_5/\text{сосуд}$ , относительное число, азот в %. (4) Усвоение фосфора в  $\text{мгP}_2\text{O}_5/\text{сосуд}$  относительное число,  $\text{P}_2\text{O}_5$  в %. (5) Усвоение калия в  $\text{мгK}_2\text{O}/\text{сосуд}$ , относительное число,  $\text{K}_2\text{O}$  в %.

*Табл. 4.* Влияние лигнита из Матравидек и Хидаш с инкубированием и без него на образование сухого вещества и усвоение питательных элементов проростками ржи. (1) Эрсентмиклош, черноземовидная карбонатная песчаная почва. (2) Лабод, кислый песок. (3) Без инкубации. (4) С инкубацией. (5) Лигниты: М = из Матравидек. Н = из Хидаш. (6) Сухое вещество в  $\text{мг}/\text{сосуд}$ . (7) Усвоение азота в  $\text{мгP}_2\text{O}_5/\text{сосуд}$ . (8) Усвоение фосфора в  $\text{мгP}_2\text{O}_5/\text{сосуд}$ . (9) Усвоение калия в  $\text{мгK}_2\text{O}/\text{сосуд}$ .

*Табл. 5.* Вариационный анализ многофакториальных опытов. (1) Факторы. (2) Сухое вещество MQ. (3) Усвоение азота MQ. (4) Усвоение фосфора MQ. (5) Усвоение калия MQ. а) Варианты. б) Инкубация (E). с) Лигнит (L), среднее (á), вид (f), d) почва (T), е) Ошибка.

*Табл. 6.* Влияние инкубирования, лигнита и NPK на образование сухого вещества и усвоение питательных элементов проростками ржи на эрсентмиклошской песчаной почве. (1) Варианты. (2) Без инкубации. (3) С инкубацией. (4) Среднее. А) Сухое вещество в  $\text{мг}/\text{сосуд}$ . В) Усвоение азота в  $\text{мгP}_2\text{O}_5/\text{сосуд}$ . С) Усвоение фосфора в  $\text{мгP}_2\text{O}_5/\text{сосуд}$ . D) Усвоение калия в  $\text{мгK}_2\text{O}/\text{сосуд}$ . а) SD 5% для вариантов без лигнита. б) SD 5% для вариантов с лигнитом. с) SD 5% для среднего вариантов без лигнита. d) SD 5% для среднего вариантов с лигнитом. е) SD 5% для среднего варианта с NPK.

*Табл. 7.* Влияние инкубирования, лигнита и NPK на образование сухого вещества и усвоение питательных элементов проростками ржи, на лабодской песчаной почве. Обозначения смотри в таблице 6.

*Табл. 8.* Влияние лигнита и NPK в вариантах с инкубацией и без инкубации на образование сухого вещества и усвоение питательных элементов проростками ржи. (1) Эрсентмиклош. (2) Почва из Лабод. А — D) смотри в таблице 6.