



MISKOLCI
EGYETEM
UNIVERSITY OF MISKOLC

Ťažba a využívanie lignitu, predbežná štúdia o konkurencii a pre udržateľné využívanie

Téma: II.

Ťažba, spracovanie, poľnohospodárske využitie

VYROBILI: ENDRE DOBOS, SÁNDOR NAGY, ANDRÁS DOBAI,
FERENC MOLNÁR, GÁBOR RAGUCZKI

PRIPRAVILA: MVM MÁTRA ENERGIA ZRT.
DECEMBER 2023



Obsah

ÚVOD.....	2
ÚVOD DO METODOLÓGIE.....	11
EKONOMICKÉ A OBCHODNÉ ASPEKTY.....	15
Aspekty životného prostredia a udržateľnosti	21
ZHRNUTIE A ODPORÚČANIA	26
REFERENCIE.....	30

ÚVOD

1. Fyzikálne a chemické vlastnosti lignitu z Bükkábrány a Visonta dôležitého pre poľnohospodárske využitie

Skupina lignitu Bükkalja, ktorá pokrýva 13 – 15 % našich ročných energetických potrieb, je naším najvýznamnejším zdrojom energie na báze uhlia. Najrozsiahlejšie ložisko lignitu z vrchného miocénu sa nachádza v južnom pohorí Severného stredného pohoria a jeho rozvinuté povrchové bane sú povrchové bane Visontai a Bükkábrányi. Jeho vývoj možno sledovať v severnom Maďarsku pozdĺž severného okraja panvy Veľkej nížiny, v južnom pohorí Cserhát a Mátra a v juhovýchodnom predpolí pohoria Bükk v dĺžke približne 120 km.

V oblasti Mátra Alja sa v Rózsaszentmártone a okolí Szücsi od začiatku 90. rokov 19. storočia až do roku 1968 vykonávala hlboká ťažba lignitu. V rokoch 1900 až 1957 bola v predpolí Mátra zriadená len nevýznamná povrchová ťažba. Prvá významná povrchová ťažba sa začala v Ecséde v roku 1957 a ťažba pokračovala až do roku 1973. Povrchová ťažba vo Visonte sa začala v roku 1969, zatiaľ čo v Bükkábrányi v roku 1985.

Komplex uhoľných ložísk vrchného panónskeho obdobia pozostáva z hrubého, sedimentárneho, čiastočne vulkanického sedimentárneho komplexu z paleogénu a neogénu na okraji panvy. Komplex ložísk lignitu, Bükkalský lignitový člen, sa vyznačuje sivými, modrosivými pestrými ílmi, pieskom a interkaláciami lignitu. Hrúbka jednotlivých ložísk môže dosiahnuť 10 – 15 m, ktoré pozostávajú zo striedajúcich sa vrstiev fácie deltovej roviny vytvorenej nad a pod vodou.

Bükkalský lignit pochádza z neskorého miocénu. Jeho základ možno seizmickou koreláciou priradiť k zóne Prosodacomyadainellii a jeho vznik možno datovať do obdobia pred 7,5 – 6,7 milióna rokov.

Obsah vlhkosti ortolignitu sa pohybuje medzi 41 % a 30 %, pričom s hĺbkou, stupňom zhutnenia a zuhoľnatenia neustále klesá. Obsah popola je vo všeobecnosti vysoký, pohybuje sa medzi 15 – 30 %, čo zodpovedá prostrediu formovania dolnej deltovej nížiny, obsah síry sa pohybuje medzi 3 – 6 % a organická hmota sa skladá z vitrinitu a v ílovitejších častiach z alginitu-sporopolenínu, ktorý predstavuje skupinu liptinitu (PÜSPÖKI, 2018).

Existuje niekoľko klasifikačných systémov, ktoré klasifikujú druhy uhlia na základe rôznych kritérií alebo súborov kritérií. Tieto systémy zohľadňujú okrem iného stupeň zuhoľnatenia, rôzne fyzikálne a chemické vlastnosti uhoľných ložísk a parametre spracovateľnosti, ktoré sú najvhodnejšie pre rôzne použitia.

Všeobecné charakteristiky (Tabuľka 1) sú údaje z chemických testov uhlia určujúce kvalitu uhlia, ktoré sú primárne výsledkom transformácie organickej hmoty vstupujúcej do hlbín.

Poskytujú informácie o biochemických a geochemických štádiách uhlia, a teda aj o stave premeny uhlia. V ranom, biochemickom štádiu premeny je najdôležitejším krokom premena lignínu na kyselinu humínovú, alebo rozklad celulózy a hemicelulózy na zlúčeniny podobné kyseline humínovej, tzv. humínové látky. S hĺbkou sa obsah vlhkosti v organickej hmote postupne znižuje a jej hustota sa zvyšuje, čím sa zhutňuje a zároveň sa zvyšuje obsah elementárneho uhlíka v sušine. Mäkké hnedé uhlie alebo lignit, ktoré sa v tomto čase tvorí, ešte nie je z chemického ani fyzikálneho hľadiska homogénne. Počiatočné rastlinné zložky, ako sú drevnaté tkanivá, známe aj ako xylitol, a zničené fragmenty listového a stonkového tkaniva, je možné ešte voľným okom rozpoznať na čerstvom povrchu lomu horniny (PÜSPÖKI, 2018).

Tabuľka 1

Všeobecná charakteristika lignitu z povrchovej bane Visonta (PÜSPÖKI, 2018)

Uhoľný produkt	%	%	%	() %	(2) %	%	%	%	()	MJ/kg	MJ/kg				
Visonta vonkajší vývoj, obilie	45,3	25,2	18,2	7,3	11,3	0,1	18,4	18,4	1,8	0,3	8,2	8,4	1,3	7,23	5,72

Wt : celková vlhkosť, A: popol, V: prchavé látky, Vc : horľavé prchavé látky, (NV)c : fixovaný uhlík, (CO₂)M: uhličitan oxid uhličitý, Ct : celkový uhlík, Co : organický uhlík, Ht : vodík, N: dusík, O: kyslík, (HA)t : kyselina humínová, B: A-bitúmen, Qs : spalné teplo, Qi : výhrevnosť; horný index r: v stave odberu vzorky, čo znamená: pri celkovej vlhkosti).

Štúdie o poľnohospodárskom využití nízkokalorického, neekonomicky spaľovateľného hnedého uhlia sa vykonávajú už niekoľko desaťročí.

Pomer C/N v lignite a jeho použitie ako pôdnej prísady ovplyvňuje obsah C/N a rovnováhu pôdy. Podľa Stefanovitsa sa pri zvyškoch s pomerom C/N vyšším ako 30 zásoby minerálneho dusíka znižujú v dôsledku čistej imobilizácie mikroorganizmami. Ak je pomer C/N vo zvyškoch menší ako 20, hladiny minerálneho dusíka sa zvyšujú v dôsledku čistej mineralizácie.

Za podmienok priaznivých pre mikrobiálnu aktivitu dochádza k rýchlemu rozkladu, pričom sa uvoľňuje značné množstvo uhlíka vo forme CO₂. Na uspokojenie svojich potrieb dusíka mikroorganizmy spotrebúvajú minerálny dusík, to znamená, že dochádza k čistej imobilizácii dusíka. Keď pomer C/N v rozkladajúcom sa materiáli klesne pod 20, hladiny NO₃⁻ sa opäť začnú zvyšovať v dôsledku čistej mineralizácie. Čas, ktorý mikroorganizmy potrebujú na zníženie pomeru C/N v rastlinných zvyškoch na úroveň, kde sa minerálne formy dusíka začnú opäť hromadiť, závisí od faktorov, ako je množstvo aplikovanej organickej hmoty, obsah lignínu v nej a respiračná kapacita pôdnej mikrofóry. Rozumný odhad je, že za podmienok priaznivých pre mikrobiálnu aktivitu dôjde k čistej mineralizácii do 4 – 8 týždňov od začiatku rozkladu. Ak sa teda rastlinné zvyšky s vysokým pomerom C/N zapracujú do pôdy bezprostredne pred sejbou plodín, bude potrebná samostatná dávka dusíkatého hnojiva na nahradenie dusíka dočasne imobilizovaného mikroorganizmami (STEFANOVITS, 1999).

Okrem pomeru uhlík/dusík stojí za zmienku aj obsah síry v lignite. Pokiaľ ide o pôvod síry v pôde, najčastejšie ide o produkty zvetrávania pyritu (FeS_2), ale za určitých podmienok sa môže tvoriť aj elementárna síra. V anorganickej forme je prítomná prevažne vo forme síranu. V oblastiach s vlhkým a polohumidným podnebí je takmer všetka síra prítomná v organickej forme: typicky v zlúčeninách obsahujúcich síru, sulfolipidoch atď. Priemerný pomer medzi množstvami AC/N/S je 140:10:1,3.

V pôde sú organické zlúčeniny síry rastlinám dostupné výlučne mikrobiálnou cestou. Baktérie oxidujúce anorganické zlúčeniny síry (hlavne *Thiobacillus*) oxidujú elementárnu síru alebo sulfid, ktorý je v pôde prevažne prítomný vo forme FeS alebo FeS_2 , na kyselinu sírovú. V dôsledku aktivity mikroorganizmov redukujúcich síran sa vyrazajú sulfidy kovov (najmä sulfid Fe^{2+}) (STEFANOVITS, 1999). Obsah síry v povrchovom lignite Visonta je uvedený v tabuľke 2.

Tabuľka 2

Obsah síry v lignite z povrchovej bane Visontai (PÜSPÖKI, 2018)

Uhoľný produkt	%	%	%	%	%	%	%
Vonkajší plášť Visonta, krupica	0,8	0,2	0,2	0,4	0,4	0,4	0,8

St : celková síra, Sp : pyritová síra, SSO4: síranová síra, So : organická síra, Sc : horľavá síra, SA : popolovitá síra, Sb : bombová síra, horný index r: v stave odberu vzoriek.

Zlepšovacie účinky lignitového prášku je spôsobené najmä tým, že síra, ktorú obsahuje, je oxidovaná na síran, a preto znižuje zásaditosť v ešte väčšej miere ako sadrovec. Počas zlepšovania rôznych typov nevápenatých slaných trávnikov v regióne Tiszántúli sa zistilo, že lignitový prášok mal najrýchlejší účinok spomedzi rôznych zlepšovacích materiálov. Trávniky na parcelách s lignitovým práškom sa vyznačovali skoro na jar sýtozelenou farbou trávy a jej rýchlejšim rozvojom. Experimenty sa uskutočnili na nevápenatých slaných trávnikoch s pH ornice 7,5 – 8 a vysoko slaným, prechodným podloží s pokrytím pôdy približne 50 %, kde sa dosiahli veľmi významné výsledky pri aplikácii lignitového prášku, vápna + lignitového prášku a vápna + sadry (SIPOSNÉ – SIPOS, 1968).

Obsah popola v % je jedným z najdôležitejších aspektov hodnotenia kvality uhlia. Obsah popola nezávisí primárne od stupňa usadzovania uhlia, ale od povahy starovekého prostredia a jeho pôvod možno vysledovať predovšetkým k usadzovaniu sedimentov zo smeru topografických výšok starovekého prostredia. Jeho množstvo teda závisí od priestorovej polohy v rašelinisku, smeru a rýchlosti relatívnych zmien hladiny mora a povahy tvorby sedimentov. V súlade s tým možno zistiť zvýšenie obsahu popola v blízkosti bývalých topografických výšok. To má za následok zvýšenie obsahu popola zo smeru suchých oblastí.

zvyšujúca sa depozícia sedimentov (pri nízkej hladine mora), zatiaľ čo zvyšujúca sa transgresia je zvyčajne spojená so znížením obsahu popola.

Obsah popola v lignite môže byť tiež dôležitým faktorom, či už zo všeobecného hľadiska alebo pri zvažovaní jeho použitia ako prísady do pôdy, pretože keď vstúpi do pôdy, mení jej elementárne zloženie. Analýza obsahu popola v lignite z povrchovej bane Visontai je znázornená v tabuľke 3.

Tabuľka 3

Zloženie popola lignitu z povrchovej bane Visontai (PÜSPÖKI, 2018)

Uhoľný produkt	SiO ₂ %	Al ₂ O ₃ %	Fe ₂ O ₃ %	CaO %	MgO %	K ₂ O %	Na ₂ O %	SO ₃ %	Obsah minerálov %
Visonta vonkajší vývoj, krupica	59,3	20,5	6,4	4,8	2,0	0,9	0,2	2,9	27,4

2. Praktické riešenia využitia lignitu na účely zlepšenia pôdy a účinky na pôdu

Pokiaľ ide o jeho použitie na účely zlepšenia pôdy, najbežnejším použitím lignitu je lignitový prášok, ktorý patrí medzi chemické procesy na zlepšenie pôdy. Lignit je známy svojou pulverizáciou a spracovaním a praktické riešenie pre poľnohospodárske aplikácie existuje už od 60. rokov 20. storočia. V praxi sa používa ako pôdny kondicionér a zlepšovač štruktúry pôdy, buď ako samotný lignitový prášok, alebo vo forme sadro-anhydritového + lignitového prášku. Známe sú aj ďalšie procesy predbežnej úpravy na tvorbu pôdy alebo iných typov: nitrohumifikačný proces a oxidácia ozónovou plazmou, ktoré výrazne napomáhajú funkcionalizácii dusíkom (okrem použitia močoviny), a tým aj využitiu dusíkatých hnojív. Miešanie alebo doplnenie lignitového prášku do hnoja výrazne znižuje straty sušiny, organickej hmoty a dusíka počas dozrievania hnoja, zvyšuje množstvo „zrelších“ humínových kyselín a už 5-percentný doplnok prináša významné výsledky. V dispergovanej prítomnosti humínových kyselín z lignitu, úprava lignitu významne znižuje spotrebu O₂ aj emisie CO₂ napríklad zo substrátu z mletej pšeničnej slamy (Dömsödi, 2023; Gál, 2015; Sarlaki a kol. 2023; Zentay 1984). Lignitový prášok pozostáva zo 40 – 50 % z organickej hmoty, jeho aktívnou zložkou je 2-

3 % elementárnej síry alebo pyritu (FeS₂) a menšie množstvá síranu železa a hlinitého; pH medzi 3 – 6. Obsah síry sa v pôde oxiduje na kyselinu sírovú, čo znižuje zásaditosť pôdy a rozpúšťa CaCO₃ v pôde. Vo vzduchu a v pôde sa obsah pyritu oxiduje a vytvorená kyselina sírová tvorí sadrovec s prítomnými zlúčeninami vápnika, a preto sa lignitový prášok môže použiť aj ako náhrada sadry ako pôdna pomocná látka, len v oveľa väčšom množstve. Humínové kyseliny nachádzajúce sa v lignite majú priaznivý účinok.

Majú vplyv na vývoj rastlín, stimulujú ich rast a možno ich s dobrými výsledkami použiť na poliach s vápenato-sodným slaniskom. Na zlepšenie zásaditých slaných pôd by sa mal lignitový prášok vo všeobecnosti používať v štvornásobnom množstve oproti sadre. V praxi sa väčšinou používa v zmesi s anhydritovým práškom na potlačenie hygroskopickosti, čo tiež zvyšuje zlepšovací účinok oboch použitých materiálov. Priemerné pH lignitu z Gyöngyös-visonta je v priemere 6,4 % (Dömsödi J. 2023, Gál E. 2015). Samotný lignit a lignitový odpad zohrávajú dôležitú úlohu pri využívaní lignitu ako materiálu na zlepšenie pôdy, predovšetkým vďaka vysokému obsahu organických látok a niekedy aj významnému obsahu CaCO_3 , ale 15 – 20 % obsah ílu nahromadený v odpade má tiež priaznivý vplyv na piesočnaté pôdy chudobné na koloidy. Ako zlepšovač pôdy môže mať vplyv na niekoľko vlastností pôdy. Zvyšuje obsah organickej hmoty v pôde, pretože obsahuje veľké množstvo humínových a fulvových kyselín, ktoré sú tiež dôležité pre úrodnosť pôdy, a ich prítomnosť prispieva k znižovaniu škodlivých účinkov environmentálneho stresu na pôdu, napr. znečistenia ťažkými kovmi, t. j. môže zohrávať dôležitú úlohu aj pri sanácii pôdy (Makádi M. 2018). Z uvedeného vyplýva, že využitie lignitu na poľnohospodárske účely je mimoriadne rozmanité a jeho vplyv na pôdu je ešte komplexnejší.

Na stabilizáciu pôd sa už dlho používajú tradičné materiály: hydratované vápno, fosfát, alginát a lignit, napr. pre pôdy kontaminované toxickými kovmi. Organické a minerálne koloidy v pôde sú vhodné na viazanie toxických ťažkých kovov, čím sa znižuje ich absorpcia. Humínové kyseliny tvoria komplexy predovšetkým s 2- a 3-valentnými kovovými iónmi (CSATHÓ 1994). Obsah humínových a fulvových kyselín v lignite je vhodný na imobilizáciu toxických prvkov adsorpciou alebo tvorbou komplexov (VADÁSZ 1997). Inertný obsah CaCO_3 v bani a jej pH nad 7 znižujú rozpustnosť toxických prvkov zvýšením kyslosti, a tým aj ich absorpciu. Zistilo sa, že úprava lignitu je vhodná na zníženie stupňa stresu zo solí v pôdach s vysokým obsahom soli v experimente s kultivačnou nádobou v prípade rôznych koncentrácií solí upravených pomocou NaCl. Podľa výsledkov FARHANGI-ABRIZ, NIKPOUR-RAHIDABAD (2017) v prípade lignitu pridaného v množstve 0, 50, 75 a 100 g lignitu/kg objemu pôdy do hlinitohlinitej pôdy s pH 6,8 bola vyššia koncentrácia Na^+ spôsobená zvýšením koncentrácie soli v rastlinách znížená pri dávkovaní 75 a 100 g/kg, zatiaľ čo klesajúca koncentrácia K^+ sa zvýšila, čím sa bunkám podarilo dosiahnuť priaznivejšie ovplyvňovanie vzťahu K^+/Na^+ .

v testovanej rastline sóje. Okrem toho sa zvýšil aj obsah iónov Ca^{2+} a Mg^{2+} v rastlinných bunkách na zasolených pôdach. V dôsledku ošetrovania lignitom sa pH všetkých troch koncentrácií solí v pôde zvýšilo o niekoľko desiatin jednotky pH v porovnaní s kontrolou a v dôsledku ošetrovania lignitom sa zvýšila aj kapacita kationovej výmeny zasolených pôd. Porovnaním účinku lignitového prášku (1,7 t/ha) na zasolené pôdy s účinkom sadry, bežne používaného pôdneho doplnku pre zasolené pôdy, sa ukázalo, že hoci sadra účinnejšie zlepšila chemické vlastnosti pôdy, lignitový prášok mal priaznivejší vplyv na vývoj testovaných rastlín, pravdepodobne vďaka obsahu humínových kyselín (HERKE, HARMATI 1965). Vďaka obsahu uhlíka a humusu je lignit primárne schopný imobilizácie adsorpciou alebo tvorbou komplexov. Uzinger a Anton (2008) úspešne použili lignit na stabilizáciu piesočnatej pôdy umelo kontaminovanej chrómom, olovom a zinkom. Počas imobilizácie ťažkých kovov sa lignit...

môže byť vhodný ako chemický stabilizátor kvôli vysokému obsahu humínových kyselín. Napríklad HUMASORB™ využíva humínové kyseliny extrahované z lignitu na viazanie toxických kovov, rádionukleotidov a organických znečisťujúcich látok z pôdy a povrchovej vody (arctech.com). Vermes a Kádár (2002) boli prví, ktorí v Maďarsku aplikovali hnedé uhlie z Balinky do pôdy ako chemický stabilizátor. Hnedé uhlie znížilo príjem Cd, Se a Sr rastlinami, ale zvýšilo mobilitu Zn. Uzinger a Anton (2008) ošetrili piesočnatú pôdu umelo kontaminovanú chrómom, olovom a zinkom lignitom. Pridanie 10 % lignitu najviac znížilo obsah Cr v pôde (o 92 % a 97 % v acetátovom a vodnom extrakte), zatiaľ čo najmenej účinné bolo pre Zn (zníženie o 56 % a 61 %). Štúdie dokazujú, že lignit dlhodobo mobilizoval kovy v poľnohospodárskej pôde Gyöngyösorsz, čo bolo testované extrakciou, lyzimetrickým rozpúšťaním a rýchlou bioakumuláciou. Vo vodnom extrakte sa nameralo 2,5 – 3-násobné množstvo Cd a Zn v porovnaní s neošetrenou kontrolou. Inhibovalo rast koreňov a stonky *S. alba* o 15 % a 30 %. Uzinger (2010) ošetril piesočnatú pôdu umelo kontaminovanú soľami Cr, Pb a Zn 10 % lignitu Visonta. Jeho výsledky ukázali, že lignit v 2-mesačnom modelovom inkubačnom experimente s pôdou najlepšie imobilizoval Cr (96 % zníženie vo vodnom extrakte) a najmenej zinok (61 % zníženie vo vodnom extrakte). Autor zistil, že lignit imobilizuje Cr a Zn v kyslých a silne kyslých pôdach zvýšením pH a kapacity kationovej výmeny a Pb zvýšením pH. V krátkodobom horizonte (10 dní) lignit tiež znížil mobilitu kovov, predovšetkým Cu a Zn, v pôdach skúmaných v Gyöngyösorszi, ale vyššie obsahy mobilných kovov boli merateľné už o 6 mesiacov neskôr (Feigl, 2005). Z dlhodobého hľadiska (1,5 roka) účinok lignitu nepretrvával, ale charakteristická bola mobilizácia (Feigl V. 2011, Makádi M. 2018). Zatiaženie ťažkými kovmi je možné znížiť predbežným zmiešaním s organickou hmotou a produkty predbežne upravené nitrohumínovou kyselinou vykazujú nižší obsah ťažkých kovov s vyššími pórmí v mikroporéznom poli, sférickou a heterogénnou pórovitou štruktúrou, takže nitrohumínové technológie môžu byť riešením, ale obsah humínovej a fulvovej kyseliny v lignite obsahujúcom netoxické látky je vhodný aj na viazanie toxických látok (Sarлакi a kol. 2023, Fan Y a kol. 2021.).

Po primiešaní do pôdy lignit zvyšuje kapacitu kationovej výmeny pôdy, ovplyvňuje využitie rastlinných živín, geochemický cyklus prvkov a znižuje stupeň solného stresu na slaných/alkalických pôdach. Tieto procesy sú silne spojené s obsahom organickej hmoty, preto sa použitie lignitového odpadu odporúča predovšetkým na piesočnatých pôdach s ľahkým mechanickým zložením. Môže sa použiť ako doplnok pôdy ako zeminový materiál, v tomto prípade s klesajúcou veľkosťou častíc lignitu sa zvyšuje špecifický povrch častíc (CHABBI a kol. 2006), čo zvyšuje intenzitu adsorpčných procesov. Okrem toho je možné z lignitu vyrobiť rôzne spracovateľné materiály. Kvalita organickej hmoty lignitu závisí od veku lignitu, ktorý tiež určuje pomer uhlíka a dusíka (C/N) lignitu. Pomer C/N je veľmi dôležitým faktorom mikrobiologickej odbúrateľnosti. Čím je lignit mladší, t. j. čím skôr sa nachádza v procese zuhoľňovania, tým nižší je jeho pomer C/N. Lignity s pomerom C/N 40 – 50 sú vo všeobecnosti mladé formácie. Tento rozklad však vždy trvá dlhšie.

než rozklad čerstvých rastlinných zvyškov, pretože hoci lignit je materiál rastlinného pôvodu, počas procesu zuhoľnatenia sa ťažko rozkladá, napr. tvoria sa v ňom aromatické zložky. Prvým krokom mikrobiálnej degradácie lignitu je tvorba organickej hmoty s nízkou molekulovou hmotnosťou, z ktorej časť využívajú aj samotné rozkladajúce sa mikróby ako zdroj uhlíka. Rýchlosť mineralizácie 16 miliónov rokov starého lignitu s pomerom C/N 60 po 150 dňoch inkubácie za redukčných podmienok bola 6,5 μg lignitu $\text{CO}_2\text{-C}/\text{deň/g}$ lignitu-C, zatiaľ čo za oxidačných podmienok to bolo 33 μg lignitu $\text{CO}_2\text{-C}/\text{deň/g}$ lignitu-C (CHABBI a kol., 2006).

Inými slovami, v správne obrábanej, nezhutnenej a dobre vetranej pôde nie je jej rozklad inhibovaný. Mikrobiálny rozklad vysoko karbonizovanej organickej hmoty lignitu vyžaduje prítomnosť ľahko odbúrateľnej organickej hmoty v pôde (kometabolizácia) (WILLMANN, FAKOUSSA 1997). Pokiaľ ide o veľkosť častíc, možno konštatovať, že čím menšia je frakcia zmiešaná s pôdou, tým rýchlejšie dochádza k rozkladu organickej hmoty v lignite / odpade na báze lignitu. Dôležitou otázkou je vplyv lignitu na kapacitu kationovej výmeny pôdy. Kapacita kationovej výmeny (CEC) udáva, koľko kationov môže daná hmotnosť pôdy alebo iného materiálu viazať vo vymeniteľnej forme pomocou Coulombových síl pri špecifickom pH.

Kationová výmenná kapacita lignitu je 20 – 70 cmol^+/kg (WONG a kol. 1996), čo je vyššia hodnota ako biochar 20 – 35 cmol^+/kg (GUNDALE, DELUCA 2007). Kationová výmenná kapacita pôdy je vlastnosť súvisiaca s pôdnymi koloidmi (ílovitá frakcia a organická hmota): miesta so záporným nábojom na povrchu koloidov primárne absorbujú kladne nabité kationy, Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ .

, K^+ , Adsorbujú ióny Al^{3+} a H_3O^+ . Kvalita adsorbovaných kationov tiež ovplyvňuje štruktúru pôdy, preto sa napríklad očakáva, že obsah CaCO_3 v odpade bude mať pozitívny vplyv na štruktúru pôdy. Výmenná kapacita kationov piesočnatých pôd je vo všeobecnosti nižšia ako 5 cmol^+/kg , zatiaľ čo v prípade ílovitých pôd je táto hodnota vyššia ako 30 cmol^+/kg . Hodnoty ukazujú, že túto vlastnosť piesočnatých pôd je určite potrebné zlepšiť a primiešanie lignitu/lignitového odpadu do pôdy tiež zabezpečuje zlepšenie tohto parametra. Lignit tiež ovplyvňuje využitie hnojív. V pestovaní kukurice, keď sa lignit aplikoval spolu s dusíkatým hnojivom (močovina), bolo potrebných o 10 – 20 % menej dusíku v kyslej pôde a o 30 – 50 % menej v zásaditej pôde na dosiahnutie výnosu kontrolnej kukurice v porovnaní s potrebou dusíka kontrolnej kukurice (VAN VUUREN, CLAASSENS, 2009). Čo sa týka príjmu mikroelementov, mikroelementy nachádzajúce sa v lignite (napr. železo, mangán, meď) sa môžu zavádzať do pôdy a zlepšovať zásobovanie rastlín živinami. To môže tiež prispieť k zdravému rastu rastlín (Makádi M. 2018).

3. Pôdne kritériá pre využívanie lignitu v Bükkábrányi a Visonte (ďalej len celoštátny rozsah typov pôdy dosahujúcich najvyššiu účinnosť, potenciálne cieľové oblasti využitia)

Potenciálnymi cieľovými oblasťami pre využitie lignitu sú predovšetkým piesočné a slané pôdy našej krajiny, ktoré predstavujú celkovú plochu viac ako 700 000 hektárov. V prípade využitia je však potrebné zvážiť aj ďalšie aspekty, keďže v zdravej pôdnej štruktúre dochádza k rozkladu lignitu prirodzenými procesmi a prispieva k množstvu organickej hmoty a humínovej kyseliny v pôde, takže sa môže využívať aj v iných oblastiach.

možno využiť vo veľkej miere. Na pôdach s extrémnymi vlastnosťami aplikácia lignitového prášku zlepšuje charakteristiky sorpčného komplexu, kvalitu organickej hmoty a aktivitu dehydrogenázy vďaka humínovým kyselinám, okrem toho znižuje stupeň soľného stresu na zasolených pôdach, na pôdach s nízkym pH sa lignit pomaly rozkladá, pričom uvoľňuje vápnik a horčík, čo môže pomôcť znížiť kyslosť pôdy. Priemerná kationová výmenná kapacita lignitu je 20-70 cmol+/kg, čo ovplyvňuje pôdne koloidy, a teda aj štruktúru pôdy, v prípade obsahu CaCO₃ prispieva k tomuto procesu efektívnejšie, čo je jednoznačne pozitívny vplyv na zvýšenie kationovej výmennej kapacity pôd, takže sa môže použiť aj na iných degradovaných domácich poľnohospodárskych pôdach. Je dôležité poznamenať, že v odpadových pôdach skúmaných domácich vzoriek bol nameraný vysoký obsah montmorillonitu, čo už pri aplikácii bentonitu s obsahom 40-50 % viedlo k viazaniu vody, takže pri aplikácii je potrebné zohľadniť aj tieto aspekty (Makádi M. 2018).

4. Potenciálne produkty a cieľové oblasti pre poľnohospodárske využitie

Lignit sa môže použiť ako doplnok pôdy ako mletý materiál, pričom so znižujúcou sa veľkosťou častíc lignitu sa zvyšuje špecifický povrch častíc, čo zvyšuje intenzitu adsorpčných procesov. Okrem toho sa z lignitu dajú vyrobiť rôzne spracovateľné materiály.

Kvalita organickej hmoty lignitu závisí od veku lignitu, ktorý tiež určuje pomer uhlíka a dusíka (C/N) v lignite. Pomer C/N je veľmi dôležitým faktorom mikrobiologickej odbúrateľnosti. Čím je lignit mladší, t. j. čím skôr je v procese zuhoľnatia, tým nižší je jeho pomer C/N. Lignity s pomerom C/N 40 – 50 sú vo všeobecnosti mladé formácie.

Porovnanie účinku lignitového prášku (1,7 t/ha) na zasolenú pôdu s účinkom sadry, bežne používanej pôdnej prísady pre zasolené pôdy, ukázalo, že hoci sadra účinnejšie zlepšila chemické vlastnosti pôdy, lignitový prášok mal priaznivejší vplyv na vývoj testovaných rastlín, pravdepodobne vďaka obsahu humínových kyselín.

Lignit sa dá použiť nielen v pôvodnej forme ako pôdny meliorátor. Popol z lignitu je vhodný aj na zlepšenie stavu degradovaných pôd. Po pridaní do pôdy znižuje hydrolytickú kyslosť a obsah vymeniteľných hliníkových iónov v pôde, zvyšuje adsorpčnú kapacitu a obsah organického uhlíka. Popol z lignitu je tiež ťažko rozložiteľný pre pôdne mikrobiálne spoločenstvo.

Dokazuje to fakt, že zatiaľ čo organická hmota biogénneho pôvodu sa úplne rozloží maximálne za 50 rokov, doba zotrvania organickej hmoty vytvorenej pyrolýzou je oveľa dlhšia. Ďalšou radou produktov vyrobených z lignitu je extrakcia humínovej kyseliny obsiahnutej v lignite, ktorej pozitívny účinok sa už preukázal na pôdach s vysokým obsahom soli, tropických pôdach a pri hydroponickom pestovaní. V kultivačnom kvetináči, na hlinito-piesočnatých a bahnitých fyzikálnych typoch pôd, pridaním 6,2 g a 12,4 g humínovej kyseliny do 5 kg pôdy mali obe dávky pozitívny vplyv na kationy, obsah organického uhlíka a aktivitu dehydrogenázy. Všetok tento pozitívny účinok bol nepretržite merateľný počas 3 rokov od okamihu ošetrovania (PÜSPÖKI, 2018).

Čoraz viac výskumov sa zameriava na využitie biocharu ako prísady do pôdy. Biochar je vysoko uhlíkový, jemnozrnný, pórovitý materiál, ktorý vzniká počas termochemického rozkladu biomasy v prostredí s nedostatkom kyslíka pri nízkych teplotách (<700 °C). Pozitívne účinky biocharu na pôdu možno do značnej miery vysledovať k jeho pórovitosti a veľkému špecifickému povrchu. Z tohto dôvodu má priaznivý vplyv na mikrobiálne aj živinové procesy. Podľa literárnych zdrojov biochar ovplyvňuje štruktúru, zloženie častíc, pórovitosť, a tým aj jej objemovú hmotnosť, a vlastnosti pôdy zadržiavať vodu. Okrem toho vďaka svojej vysokej kapacite kationovej výmeny zvyšuje schopnosť pôdy zadržiavať živiny a zásobovať ich živinami a môže slúžiť aj ako samostatný zdroj živín: môže pôdu obohatiť o draslík, vápnik a horčík. Často sa používa nielen samostatne, ale aj v kombinácii s inými materiálmi na úpravu pôdy, prípadne s mikrobiálnymi prípravkami. Táto zmes bola úspešne aplikovaná na kyslých piesočnatých pôdach v Nyírlugose: zvýšila príjem dusíka, fosforu a draslíka kukuricou (RAGÁLYI ETAL, 2019).

LI A KOL. (2021) skúmali vplyv úprav pôdy na báze lignitu a biouhlia na fyzikálno-chemické vlastnosti pôdy, mikrobióm a emisie skleníkových plynov v poľnohospodárskych pôdach.

Vzorky pôdy boli rovnomerne zmiešané s lignitom a biocharom v množstve 1, 2, 3, 4 a 5 hmotn. %, čo zodpovedá aplikačným dávkam 14, 25, 42, 56 a 70 t/ha v poľných experimentoch. Inkubačná doba trvala 19 dní.

pH a EC pôdy sa zvýšili. Pomer C/N ošetrenej pôdy je vysoko závislý od pomeru C/N lignitu aplikovaného ako pôdna prísada. Obsah uhlíka v pôde sa v porovnaní s kontrolnou vzorkou výrazne zvýšil. Celkový obsah N sa tiež výrazne zvýšil s pridaním lignitu (z 0,22 % na 0,31 %). Významný nárast sa pozoroval aj v obsahu NO₃-N, zatiaľ čo obsah NH₄+N sa výrazne zvýšil už zo 4 % pridaného množstva.

V prípade pôd ošetrených lignitom pridanie prísady na báze lignitu znížilo emisie CO₂ z pôdy v porovnaní s kontrolnou skupinou. Vrcholy v úniku CO₂ sa vyskytli po 4 – 5 dňoch inkubácie pri všetkých úpravách na báze lignitu. Vrcholy v úniku CO₂ boli 170 a 217 mg m⁻² h.

1 pre rôzne modifikačné úpravy na báze lignitu (LI ETAL, 2021).

Medzi ďalšie potenciálne využitie lignitu patrí čistenie hnoja a odpadových vôd z chovov hospodárskych zvierat s vysokými emisiami amoniaku (typicky chovov ošípaných). Dona a kol. (2021) skúmali vplyv pridaného lignitu na odpadové vody s vysokým obsahom amoniaku/amónia. Pritom použitie 70 g/l a 100 g/l lignitu významne zvýšilo produkciu metánu z hnoja ošípaných v prvom prípade, zatiaľ čo v druhom prípade štúdia preukázala najvyššie množstvo bioplynu.

ÚVOD DO METODOLÓGIE

5. Možnosti a metódy fyzikálnej prípravy lignitu

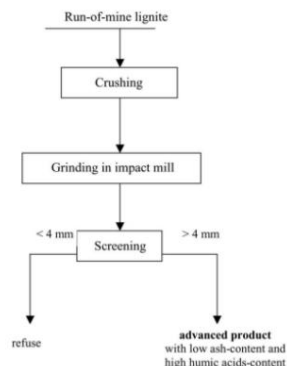
Zmenšenie veľkosti zrna

V prípade redukcie veľkosti častíc by sa mal počet stupňov drvenia a mletia zvoliť v závislosti od cieľovej veľkosti častíc, ktorá sa má dosiahnuť. V prípade poľnohospodárskych aplikácií môže veľkosť častíc ovplyvniť časový interval a intenzitu rozpúšťania v poľnohospodárskej oblasti. Je dôležité zvoliť vhodné napätie, v prípade materiálov s krehkým správaním sa pre mechanické namáhanie sa uplatňujú: tlak, náraz, ohyb, zrážka, trenie a oder (trenie medzi časticami) a šmyk. Preto je možné použiť širokú škálu zariadení, počnúc nárazovým drvičom, kladivovým drvičom alebo mlynom, guľovým mlynom, tyčovým mlynom, prstencovým mlynom (obrázok) a v prípade potreby aj miešacím mlynom [1].



Prstencový mlyn [www.loesche.com]

Selektívne drvenie. Počas testov vykonaných s lignitom z Gyöngyösvisonta sa ukázalo [2], že surovina sa dá selektívne drviť, t. j. materiál poslaný do kladivového drviča a potom do druhého stupňa nárazového drviča sa dá rozdeliť na dva produkty podľa veľkosti častíc. Rozlišovali sa tri frakcie hustoty: $<1200 \text{ kg/m}^3$ (xylit), $1200 - 1600 \text{ kg/m}^3$ a $>1600 \text{ kg/m}^3$ (minerál). Produkt $>4 \text{ mm}$ má nízky obsah popola a vysoký obsah humínových kyselín, zatiaľ čo jemný produkt sa dá spáliť napriek vysokému obsahu popola.



Obrázok: Produkty experimentu so selektívnym drvením [2]

Zväčšenie veľkosti zŕn, aglomerácia

Fragmentácia je opačný proces ako mletie. Fragmentácia (zhuťňovanie, aglomerácia) je mechanický proces, pri ktorom sa veľkosť častíc pevného dispergovaného materiálu zväčšuje väzbovými silami medzi časticami. V rámci toho je granulácia proces používaný na výrobu liekov, hnojív, krmív, rôznych chemikálií, kávy atď. Granulované hnojivá a pôdne pomocné látky majú zvyčajne priemer 1 – 5 mm, vyrábajú sa z väčších materiálov po rozdrvení a preosiatí alebo väzbou menších častíc počas suchej alebo mokrej granulácie. Medzi výhody granúl patrí jednoduchšie skladovanie, preprava, dávkovanie a rozmetanie (ich aplikácia, najmä pri mechanizovanom obrábaní polí), nie sú odfúknuté vetrom, netvorí prach (environmentálne, zdravotné a

ekonomické riziko), stabilné granule sa nerozpadajú na jemnejšie častice. Objemová hmotnosť granúl je vyššia, ich obsahový pomer je známy, čas účinku je možné pomocou granúl kontrolovať a degradáciu je možné spomaliť. Granulované hnojenie umožňuje umiestniť živiny bližšie k rastline, čím sa zabezpečí lepšia interakcia medzi hnojivom, pôdou a rastlinou, znižuje sa vyplavovanie živín a prechod živín do formy neprístupnej pre rastlinu, čím sa znižuje riziko znečistenia životného prostredia. Keďže granule sú vyrobené s rovnakými fyzikálnymi vlastnosťami (veľkosť, hustota), je možné ich rovnomerne rozložiť a nestratifikujú sa.

Mnohé komplexné hnojivá sú dostupné v granulovanej forme (obsahujú aspoň dve alebo všetky tri hlavné rastlinné živiny – N, P, K). Rastlinné živiny v granulách komplexného hnojiva sú prítomné v zlučene (soli), ich pomer je konštantný, hnojivo je prakticky bez balastu. Na zlepšenie ich mechanických vlastností (stabilnejšie a menej náchylné na oder) a na zlepšenie/kontrolu ich účinku (degradácia granúl počas dlhšieho časového obdobia; degradácia granúl za určitých poveternostných podmienok) sa používajú rôzne povlaky granúl. Na tento účel sa používa napríklad voskový, polymérny, sírny povlak.

Možné spôsoby aglomerácie sa často rozlišujú takto:

Suchá alebo pevná granulácia je proces lisovania práškoveho materiálu/častíc pod vysokým tlakom (tlaková aglomerácia). Suchá granulácia využíva kompresiu medzi valcami (valcové zhutňovanie), hustota granulátu závisí od aplikovaného tlaku. Suchá granulácia produkuje granule rýchlejšie, možno ich okamžite baliť, je jednoduchšia a lacnejšia ako mokrá granulácia a je vhodnejšia pre materiály citlivé na teplo a vlhkosť.

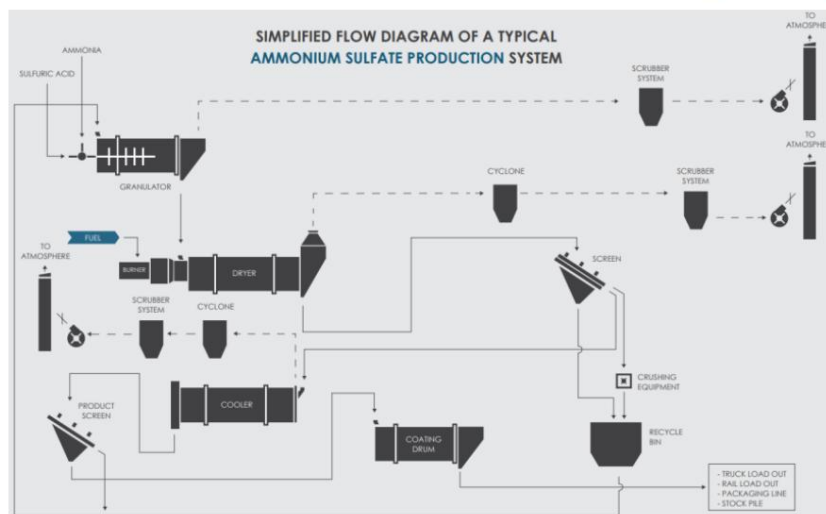
Mokrá granulácia je proces spájania práškových častíc kvapalinou ako spojivom - voda, organické rozpúšťadlo, roztok lepidla. Prášok sa zmieša s vhodným množstvom kvapaliny takým spôsobom, že sa medzi časticami vytvoria kapilárne väzby.

Komponenty sa musia dostať do kontaktu aj v tých najmenších plochách. Väzbové sily vytvorené pohybom sú prirodzene proti sebe pôsobiace separačné sily. Preto zostávajú iba tie väzby, v ktorých sú príťažlivé sily väčšie ako separačné sily vyplývajúce z napätia. Vlhké častice sa začnú spájať, aglomerovať a tvoriť granule. Výsledné granule sa potom sušia, v dôsledku čoho ochladzujú, strácajú vlhkosť a tvrdnú. Metóda mokrej granulácie sa môže použiť na získanie koncentrovanejších a homogénnejších, rovnomerných minerálnych hnojív. Táto metóda je prakticky metódou štruktúrnej aglomerácie. Najobľúbenejšie techniky mokrej granulácie sú technológia rotačnej bubnovej granulácie, dosková granulácia a granulácia s fluidným lôžkom [1, 5].



Priemyselný granulačný bubon (b), priemyselné zariadenie s fluidným lôžkom [7] (k), princíp činnosti [6]

Okrem rotačných bubnov používaných ako granulátory, sušičky, chladiče a solidifikátory, typické granulačné procesy využívajú zariadenia, ako sú dopravníky, sitá, mlyny, vrecové filtre, pračky, generátory horúceho plynu a systémy na čistenie kvapalných odpadov [3].



Typický strom výroby síranu amónneho [4]

Ostatné materiály nachádzajúce sa v lignite, napr. pyrit, sa dajú oddeliť flotáciou, magnetickými alebo elektrickými (HGMS) separačnými procesmi a používajú sa iba na čistenie vysokokvalitného uhlia: možno ich úspešne použiť pre veľkosti pyritu pod 0,045 mm; v prípade uhlia Mecsek bolo oddelenie pyritu max. 0,2 – 0,3 %.

[1] Csóke B., Faitli J., Nagy S., Rácz Á., Fehérné Szirmai Zs.: FYZIKÁLNO-MECHANICKÉ PROCESNÉ TECHNOLOGIE ZÁKLADY ÚPRAVY ODPADOV, Vydavateľstvo Univerzity Miskolc, 2023

[2] B. Csóke, L. Bokányi, J. Böhm, Sz. Pethő: Selektívna mletnosť lignitov a ich využitie na výrobu pokročilého paliva. Applied Energy. Zväzok 74, čísla 3–4, marec–apríl 2003, strany 359–368

[3] <https://www.metso.com/insights/blog/mining-and-metals/granulation-of-fertilizers-overview-and-equipment-selection/>

[4] Webová stránka spoločnosti FEECO International, Inc.: <https://feeco.com/agglomeration-drums/> (získané: 29. 6. 2023)

[5] <https://wise.lu.lv/index.php/en/2021/04/07/briefly-about-granulation-of-fertilizers-soil-improvers/>

[6] Webová stránka Glatt Ingenieurtechnik GmbH: <https://foodfeedfinechemicals.glatt.com/technology-know-how/technologies/fluid-bed-technology/> (prevzaté: 29. 6. 2023)

[7] Webová stránka spoločnosti Inora Pharmaceutical Machinery Co., Ltd: https://inora-pharma.com/Fluid_Bed_Spray___Granulator___Coater.-p.26.html (stiahnuté: 29. 6. 2023)

EKONOMICKÉ A OBCHODNÉ ASPEKTY

6. Potenciálne cieľové oblasti pre využitie lignitu na účely zlepšenia pôdy

60 – 70 % pôdy v EÚ je v súčasnosti nezdravej a v dôsledku používaných agrotechnických postupov sa každý rok stráca miliarda ton ornice v dôsledku erózie a deflácie.

Náklady spojené s degradáciou pôdy sa odhadujú na viac ako 50 miliárd eur ročne.

Túto degradáciu spôsobujú najmä neudržateľné postupy hospodárenia s pôdou, nadmerné poľnohospodárske a priemyselné znečistenie, ako aj zmena klímy a s ňou spojené extrémne poveternostné javy. Erózia pôdy môže v EÚ spôsobiť stratu poľnohospodárskej produktivity vo výške 1,25 miliardy EUR ročne.

Degradované pôdy znižujú ekosystémové služby, ako sú potraviny, krmivo, vlákna, drevo, kolobeh živín, sekvestrácia uhlíka, kontrola škodcov alebo regulácia vody.

Zmena obsahu humusu v pôde s cieľom zlepšiť jej zdravie a zvyšovanie výnosov plodín v intenzívne obrábaných oblastiach sa v súčasnosti teší čoraz väčšej pozornosti. Jednorazová a opakovaná aplikácia lignitu na ornú pôdu Nie je však k dispozícii veľa údajov o jeho vedeckom porovnaní, ale vykonali sa terénne štúdie s cieľom kvantifikovať vplyv rôzneho množstva ročnej aplikácie lignitu na ukazovatele výkonnosti plodín a zmeny ukazovateľov zdravia pôdy v suchozemských poľnohospodárskych ekosystémoch.

Je faktom, že každoročná aplikácia lignitu a prísun zvyškov plodín spojený s vyššími výnosmi plodín viedol k zvýšeniu schopnosti pôdy zadržiavať organický uhlík a vodu, čo prispelo k zvýšeniu priemerných hodnôt plodín, výnosu bielkovín v zrne (až o 60 %), výnosu zrna (21 %), efektívnosti využívania vody (22 %), parciálnej produktivity dusíka (21 %). Ekonomické výhody (30 – 50 %) v porovnaní s kontrolným produkčným prostredím, a to vo vlhkejšom aj suchšom vegetačnom období.

Zvýšenie výnosov a živín je pozitívne ovplyvnené zvýšením zásob organického uhlíka a vody v pôde, ku ktorému dochádza vo vrstvách pôdy 0-20 aj 20-60 cm v dôsledku opakovaného používania lignitu, a znížením elektrickej vodivosti pôdy, hodnoty pH a objemovej hmotnosti. Aplikácia lignitu v poľnohospodárskych oblastiach vo všeobecnosti zlepšila podmienky pôdneho mikroprostredia. Tie následne podporili produkciu ureázy (až o 89 %).

invertáza a kataláza, ako aj obrat a dostupnosť živín v pôde (napr. až o 58 % vyšší obsah dusíka v rastlinách).

Výsledky ukazujú, že používanie lignitu a humínových látok, ktoré zavádza, by bolo nákladovo efektívnou stratégiou na boj proti degradácii pôdy a podporu udržateľnej produkcie plodín, a to v sektore ornej pôdy aj záhradníctva.

s očakávanými meniacimi sa poveternostnými scenármi v súvislosti so zmenou klímy.

Zdravie pôdy je vážne ohrozené v suchých a polosuchých oblastiach na celom svete. postihnuté zmenou klímy a nevhodnými tradičnými poľnohospodárskymi technikami zahŕňajúcimi intenzívne obrábanie pôdy, ktoré majú nízkú viest' k úrodnosti pôdy a nestabilným výnosom plodín, čo ohrozuje udržateľnosť (Schlaepfer a kol., 2017). Biostimulanty (biologické dodatky), ako napríklad dodatky k humusu, aminokyseliny, chitosan a aplikácie extraktov z morských rias, riasy (atď.) sa v oblasti pôdy tešia čoraz väčšej pozornosti kvôli ich pozitívnym účinkom na zdravie a výnosy plodín (Abbott a kol., 2018).

Humínové zlúčeniny, ako prírodná organická hmota, sa používajú ako živné roztoky alebo listové hnojivá na stimuláciu príjmu živín rastlinami a produkcie rastlinných hormónov (auxín, gibellerín, cytokinín). Humínové zlúčeniny sa zvyčajne získavajú z lignitu, čierneho uhlia a rašeliny na priemyselné a poľnohospodárske účely.

Keď sa lignit používa na zlepšenie pôdy, výrazne sa zlepšuje schopnosť pôdy zadržiavať vodu a má to pozitívny vplyv na štruktúrne zmeny a stabilizáciu pôdy.

Globálna dostupnosť a nízka cena humínových látok – humínových zlúčenín náklady a celkový pozitívny vplyv na zdravie a produktivitu pôdy Účinok naznačuje, že má potenciál na použitie v suchých a polosuchých podmienkach, ako aj na piesočnatých a slaných pôdach . Merania a všeobecné skúsenosti ukazujú, že v raných štádiách vývoja koreňov a výhonkov rastliny pšenica (*Triticum aestivum* L.), ovos (*Avena sativa*, L.) a kukurica

(*Zea mays* L.) poskytujú vynikajúci účinok z hľadiska pestovania (Ciarkowska a kol., 2017; Nardi a kol., 1991, 2000; Sharif a kol., 2002). Spomedzi rôznych plodín má použitie lignitu osobitný význam pre pestovanie repky olejnej (*Brassica napus*), ktorá si kvôli svojmu obsahu síry vyžaduje prítomnosť síry. Mnohé faktory, ako napríklad rozsah a konzistentnosť reakcií výnosov pri zbere (Abbott a kol., 2018; Rose a kol., 2014), ako aj zmeny vyvolané aplikáciou humínových látok – humínových zlúčenín v zdraví pôdy a kolobehu živín v systémoch pôda-rastlina, sú stále základom mnohých súčasných výskumov. Použitie lignitového prášku a mletia v záhradníckych plodinách nie je zanedbateľné, najmä z hľadiska nahradenia alebo zníženia používania síranových hnojív.

Použitie lignitu v záhradníctve je dobre známou praxou nielen na dopĺňanie živín, ale aj na dezinfekciu pôdy, prípravu živných roztokov a hydroponické pestovanie.

Skupina poľských výskumníkov pod vedením profesora Stanisława Kaniszewského zistila, že

že materiál vyvinutý z lignitového prášku môže byť vynikajúcim živným médiom pre pestovanie zeleniny v skleníkoch a zároveň pre zachovanie zdravého životného prostredia. Lignit je prírodný a absolútne ekologický materiál so stabilnou štruktúrou, vysokým obsahom organických látok a bez patogénov, ktorý filtruje toxické látky z pôdy. Nie je náhoda, že poľskí záhradníci používali lignit ako koreňové médium už pred 60 rokmi a lignit je v súčasnosti dostupný v dostatočnom množstve na celom svete.



Ďalšou výhodou je, že jeho pórovitá štruktúra mu umožňuje absorbovať veľké množstvo vody, čím sa znižuje potreba závlahovej vody, pričom zároveň odoláva vysokému tlaku a vysokým teplotám. Po vypestovaní rastlín nie je potrebné lignit, presnejšie živné médium CarboHort, dezinfikovať ani s ním zaobchádzať ako s odpadom a v skutočnosti sa vďaka humínovým kyselinám a iným organickým zlúčeninám obsiahnutým v lignite dá dokonca úplne recyklovať ako zlepšovateľ pôdy. Poľskí záhradníci tiež umelo vyrábajú humínové kyseliny a používajú ich na zvýšenie úrodnosti pôdy, pretože rastlinám uľahčujú vstrebávanie živín.

Protichodné účinky medzi štúdiami naznačujú, že príspevok humínových látok zavádzaných lignitom k zmenám zdravia pôdy závisí od viacerých faktorov, ako je množstvo a stabilita aplikovaných humínových látok, rastové štádium rastliny a hĺbka pôdy. Môžu existovať aj ďalšie moderujúce environmentálne vplyvy, ako je typ pôdy, sucho, teplo a vnútrozemská voda (Abbott a kol., 2018). Prínos organickej hmoty (zvyškov plodín) môže byť minimálny.

bez pravidelnej každoročnej recyklácie, pretože sa dajú ľahko recyklovať už za dva roky rozkladajú sa, a to aj v suchých podmienkach.

V nedávnej recenzii Abbott a kol. (2018) uviedli, že humínové látky aplikované s lignitom sú stabilné a majú žiaduci účinok počas dlhého časového obdobia.

Gramss a kol. (1999) naznačili, že každoročná opakovaná aplikácia lignitu nie je nevyhnutne

nevyhnutné, aj keď jeho účinnosť sa môže časom znižovať. (Ciarkowska a al. (2017) V 3-ročnej štúdií pestovania na farmách zistili, že aj jednorazová aplikácia lignitu má zvyškový účinok na stav pôdnej vody a schopnosť zadržiavať vodu.

Niektoré správy naznačujú, že ročná aplikácia lignitu počas niekoľkých rokov môže mať kumulatívny účinok (Abbott a kol., 2018). Dlhodobé účinky aplikácie humínových materiálov s lignitom na zdravie pôdy sa značne líšia od krátkodobých účinkov (Abbott a kol., 2018).

Rôzne reakcie parametrov pôdy a plodín za rôznych podmienok prostredia zdôrazňujú potrebu skúmať vzťahy medzi týmito vlastnosťami vo vlhkejších aj suchších rokoch (Schlaepfer a kol., 2017). Doteraz sú terénne dôkazy o časových reziduálnych účinkoch jednorazovej aplikácie lignitu, ako aj o kumulatívnych účinkoch ročných aplikácií za premenlivých podmienok, nedostatočné.

medzi ročnými poveternostnými vzormi. Využívanie lignitu možno použiť ako adaptačnú stratégiu na zlepšenie mikrobiologických vlastností pôdy, a to ako v ornici, tak aj v podloží. na zmiernenie účinkov zmeny klímy (Xu a kol., 2015). Medzi pozitívne účinky aplikácie lignitu na zdravie pôdy patrí zvýšená retencia vody (Cihlář a kol., 2014), úprava pH pôdy (Sharif a kol., 2002) a ich kombinované účinky na mikrobiálny život v pôde.

Chemické zloženie humínových látok sa môže meniť aj počas ich pôsobenia v pôde; tento aspekt nebol riešený. Zmena charakteristík zdravia pôdy vyvolaná aplikáciou lignitu sa môže líšiť aj v závislosti od typu pôdy, využitia pôdy a ekosystému. (Abbott a kol., 2018). Aktivita pôdných enzýmov (ureázy, invertáza a kataláza) sa považuje za dobré ukazovatele zdravia pôdy (Gregorich a kol., 1994; Mi a kol., 2018).

Niektoré štúdie skúmali reakciu mikrobiologických vlastností pôdy na zmeny fyzikálno-chemických vlastností pôdy pri aplikácii lignitu (Ciarkowska a kol., 2017; Dong a kol., 2008; Sharif a kol., 2002). Pozoroval sa však aj priamy vplyv lignitu a humínových látok – humínových zlúčenín – ktoré uvoľňuje na pôdu. aktivita enzýmov (Dong a kol., 2009).

Aktivita pôdných enzýmov môže byť citlivá na zmeny zdravia pôdy vyvolané humínovými látkami. Niekoľko analytických testov merajúcich aktivitu enzýmov poskytuje lepší prehľad o metabolickej reakcii pôdy na postupy hospodárenia. (Abbott a kol., 2018; Li a kol., 2002; Rose a kol., 2014). Pôdne enzýmy prispievajú ku globálnym cyklom uhlíka a živín a hrajú komplexnú úlohu pri tvorbe a rozklade organickej hmoty v pôde v rôznych pôdných profiloch (Acosta-Martinez a kol., 2014; Dong a kol., 2008; Gregorich a kol., 1994; Sardans a Penuelas, ~ 2005).

Preto enzýmová aktivita pôd pozmenených lignitom ako bioindikátorov

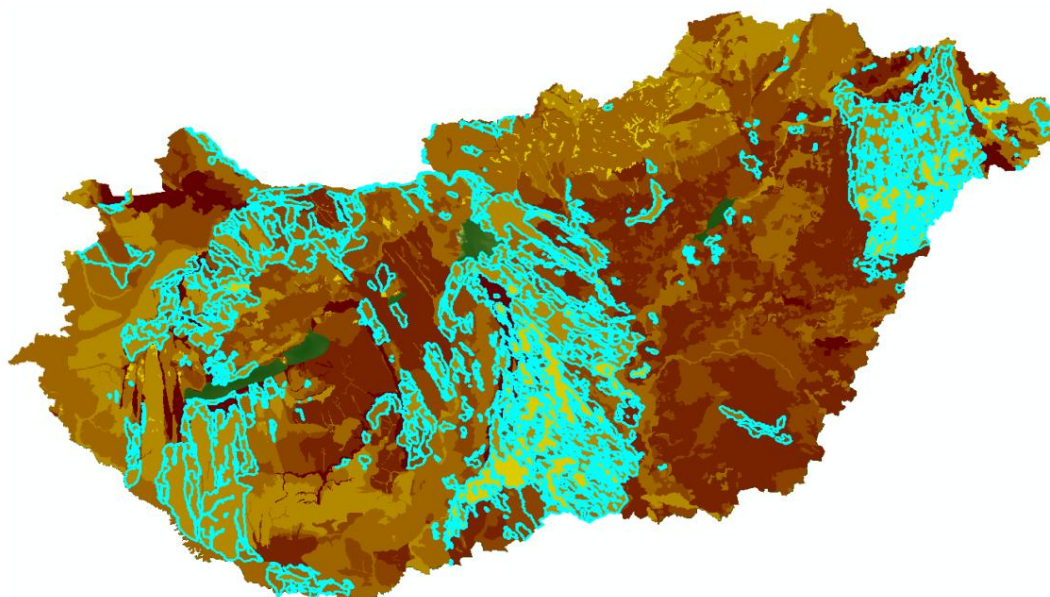
informácie poskytujú cenný prehľad o biologických úpravách pôdy

v jeho vplyve na zlepšenie zdravia pôdy - aktivitu enzýmov a kolobeh živín v pôdnom profile. Na overenie tejto hypotézy sa uskutočnilo niekoľko zahraničných poľných experimentov trvajúcich najmenej 5 rokov, aby sa porovnali výsledky jednorazovej a viacročnej aplikácie lignitu.

Viacnásobné umiestnenie na ornej pôde viedlo k významnému zlepšeniu pôdy a dôležitému zvýšeniu priemerného výnosu a obsahu živín v produkcii plodín na ornej pôde. Jedným zo špecifických cieľov tejto štúdie bolo určiť vplyv aplikácie lignitu na (i) ukazovatele výkonnosti plodín (efektívnosť využívania vody, parciálny obsah dusíka

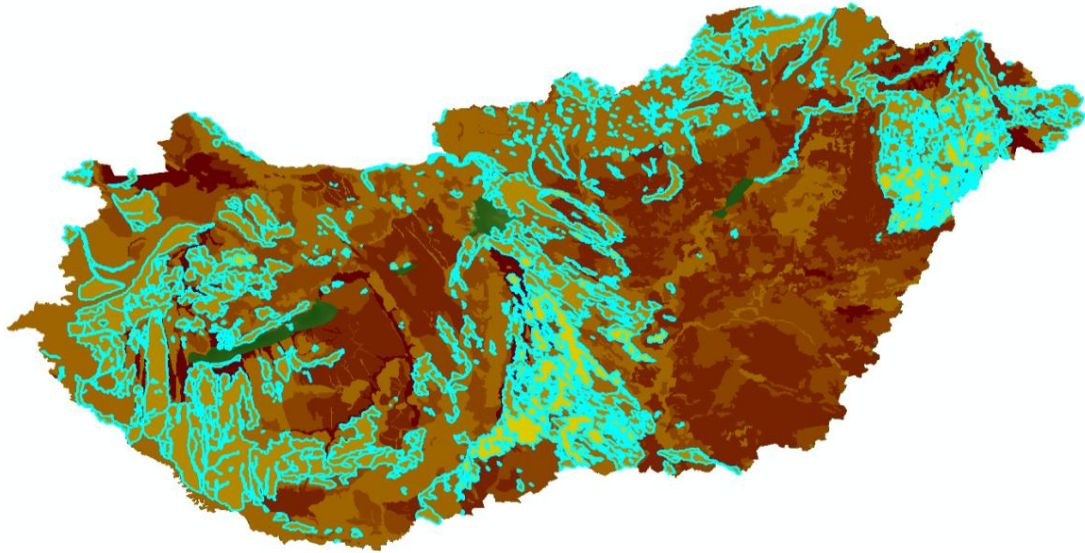
produktivita faktorov a ekonomické prínosy) a (ii) určenie jej vplyvu na dynamické zmeny. V metrikách zdravia pôdy (schopnosť zadržiavať vodu v pôde, aktivita enzýmov a dostupnosť živín) poľnohospodárstvo - poľnohospodárstvo

v ekosystéme.

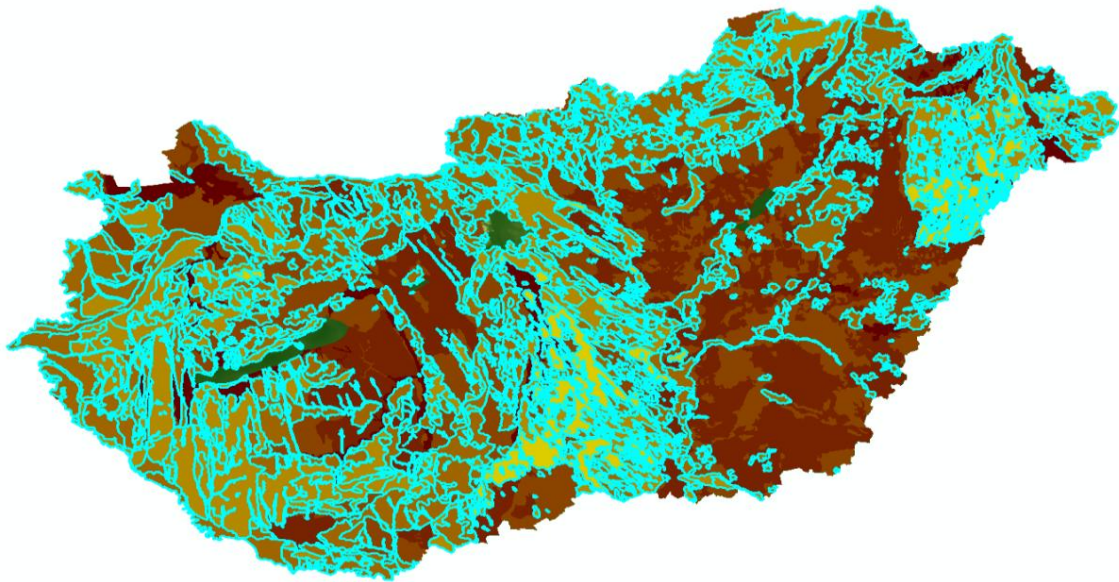


Rozšírenie piesočnatých pôd v Maďarsku

V Maďarsku pokrývajú piesočnaté a hlinito-piesčité pôdy 20 791 km², z čoho 4 740 km² sa nachádza v okruhu 100 km od baní Visonta a Bükkábrány. Pôdy s nízkym obsahom organickej hmoty (pod 100 t/ha) sú ďalšou cieľovou oblasťou pre využitie lignitu a pokrývajú plochu 21 830 km², z čoho 5 888 km² sa nachádza v okruhu 100 km.



Výskyt pôd s obsahom organickej hmoty pod 100 t/ha v krajine. Ak túto hranicu zvýšime na 200 t/ha, plochy sa ešte rozšíria. Oblasti pod 200 t/ha tvoria takmer polovicu krajiny, kde sa stále oplatí pestovať lignit (48 652 km², z toho 15 260 km² v okruhu 100 km).



Oblasti s obsahom organickej hmoty pod 200 t/ha.

Aspekty životného prostredia a udržateľnosti

7. Úprava hnojovice vznikajúcej na hospodárskych zvieratách pomocou lignitu a využitie

Pozitívne účinky aplikácie rôznych druhov organických hnojív okrem uspokojovania nutričných potrieb našich pestovaných rastlín zohrávajú úlohu aj pri zachovávaní a zlepšovaní dobrej štruktúry a obsahu humusu v pôde. Pred niekoľkými desaťročiami sa verilo, že používanie umelých hnojív definitívne vyriešilo problém zásobovania pestovaných rastlín živinami, dnes sa však uznáva, že potreba racionálnej a odbornej aplikácie hnoja je väčšia ako kedysi predtým.

Intenzifikácia poľnohospodárskej výroby, aplikované technológie obrábania pôdy a zásobovania živinami čelia poľnohospodárskym subjektom sérii problémov. Najcharakteristickejšími z nich sú okysľovanie ornej pôdy, zhoršovanie jej štruktúry, znižovanie obsahu humusu a znižovanie aktivity pôdneho biologického života. Škodlivým dôsledkom týchto procesov je zhoršovanie vodného, vzdušného a tepelného hospodárstva pôdy, ako aj jej fyzikálnych, chemických a biologických vlastností. Oslabuje sa účinnosť využívania rôznych živín, čo vedie k poklesu produktivity pôdy.

Zárukou trvalo udržateľného rozvoja poľnohospodárstva je preto zachovanie a obnova úrodnosti pôdy, čo si vyžaduje komplexný prístup. Jedným zo základných prvkov môže byť racionálne používanie organických hnojív. Aplikácia organických hnojív na pôdu a ich integrácia do prírodného cyklu slúži okrem aspektov pestovania plodín aj na ochranu životného prostredia.

Preto je možné rôzne množstvá tekutého alebo maštalného hnoja generovaného na hospodárskych zvieratách využívajúcich intenzívnu alebo polointenzívnu poľnohospodársku technológiu dosiahnuť iba ich umiestnením v súlade s environmentálnymi požiadavkami a aplikáciou do pôdy za kontrolovaných podmienok. Okrem toho je z hľadiska použitia lignitového práškového hnoja v tekutom hnoji a bioplynovom hnoji produkovanom ako vedľajší produkt bioplynových staníc na poliach mimoriadne dôležité, aby sa patogénne baktérie usmrtili počas anaeróbnej alebo termofilnej fermentácie, ale prvky, ktoré môžu spôsobiť toxicitu, sú stále prítomné nad prijateľnou limitnou hodnotou, čo znemožňuje umiestnenie na poli v zmysle súčasnej legislatívy. Tieto prvky majú navyše inhibičný účinok na klíčenie, ktorého eliminácia je tiež dôležitým aspektom a eliminácia týchto prvkov pomocou lignitu môže byť riešením. Dôležitou oblasťou použitia je zníženie a stabilizácia produkcie zvyškového plynu zo skladovaného bioplynového hnoja. Prioritou je aj zvýšenie kapacity poskytovania živín a trvanlivosti bioplynového hnojiva upraveného novým prípravkom lignitového práškového hnoja, najmä pre plodiny s dlhým vegetačným obdobím.

Pri plánovaní aplikácie sa z dôvodov hospodárnosti a aby sa predišlo škodlivým vplyvom na životné prostredie (znečistenie pôdy a vody) musíme snažiť zabezpečiť, aby sa čo najviac živín aplikovaných do pôdy využilo v plodine.

Zelená dohoda, ktorú prijala Európska únia, stanovila množstvo environmentálnych výziev a cieľov v oblasti udržateľnosti vrátane znižovania emisií skleníkových plynov a ochrany prírodných zdrojov. Nakladanie s hnojivou je kľúčovým prvkom tohto ambiciózneho cieľa, pretože tieto hnojivá uvoľňujú značné množstvo amoniaku, sírovodíka a iných plynov, ktoré spôsobujú environmentálne problémy, zápach a zdravotné problémy zvierat a ľudí. Okrem toho dochádza k znečisteniu pôdy a povrchových a podzemných vôd dusičnanmi.

Európska zelená dohoda, ktorú prijala Európska únia, má za cieľ prechod na klimaticky neutrálne a udržateľné hospodárstvo. Poľnohospodárstvo je zodpovedné za 10,3 % emisií skleníkových plynov, takže tieto ciele majú pri prechode na udržateľné hospodárstvo mimoriadny význam. Amoniak (NH₃) vzniká biologickým rozkladom organických zlúčenín obsahujúcich dusík, najmä močoviny a bielkovín. Emisie z poľnohospodárstva môžu priamo a nepriamo pochádzať z tráviaceho systému zvierat, skladovania hnoja a pôdy. Emisie z chovu hospodárskych zvierat sú ovplyvnené druhom zvierata, krmivom (vplyv vylučovania dusíka), charakteristikami budovy (podlaha, vetranie, teplota) a skladovaním hnoja (vonkajšia teplota, materiál použitý na krytie). Zvyšovanie intenzity chovu hospodárskych zvierat je spojené so zvýšením počtu zvierat na farmu, kŕmením koncentrovanými, vysokoenergetickými a bielkovinami obsahujúcimi krmivami a používaním veterinárnych liekov (napr. antibiotiká, vakcíny) a systémom chovu hospodárskych zvierat a ich vybavenia.

To môže spôsobiť zvýšenú environmentálnu záťaž, ktorej zmiernenie je ústredným prvkom udržateľnej poľnohospodárskej výroby.

Chov zvierat má významný vplyv na kvalitu pôdy, ovzdušia, vody a pestovaných rastlín. Pokiaľ ide o kvalitu ovzdušia, najväčšími výzvami v tomto sektore sú oxid uhličitý, oxid dusný a metán zo skleníkových plynov, amoniak a prach zo znečisťujúcich látok v ovzduší, zatiaľ čo z hľadiska kvality vody a pôdy sú hlavnými výzvami deriváty dusíka a fosforu vylúhované z pôdy. Podľa údajov za členské štáty Európskej únie je chov zvierat (hnoj) zodpovedný za 75 % emitovaného amoniaku.

Pre živočíšne druhy

Pokiaľ ide o hospodárske zvieratá, hovädzí dobytok a ošípané zohrávajú rozhodujúcu úlohu, pretože spolu tvoria 78 % predstavuje veľkú časť.

Prášok z lignitu má významné adsorpčné vlastnosti. Jeho adsorpčná kapacita znamená, že dokáže účinne viazať a zadržiavať rôzne plyny a eliminovať dráždivé pachy, ktoré sú problémom na chovoch hospodárskych zvierat, v blízkosti bioplynových staníc a pri aplikácii organických hnojív na ornú pôdu. Okrem toho môže intenzívne odparovanie vznikajúcich plynov viesť k pokutám a sankciám za zabránenie vzniku environmentálnych škôd a emisií.



V chovoch hospodárskych zvierat alebo v bioplynových staniciach zohráva použitie múčky kľúčovú úlohu pri spracovaní organického hnoja živočíšneho alebo iného biomasového pôvodu. Produkt účinne znižuje odparovanie amoniaku, sírovodíka a iných škodlivých plynov z hnoja. To nielen znižuje zataženie životného prostredia, ale tiež pomáha predchádzať vzniku problémov so zdravím a welfare zvierat.

Emisie amoniaku a sírovodíka na hospodárskych zvieratách môžu spôsobiť zvieratám vážne respiračné problémy a odparovanie amoniaku môže tiež spôsobiť dysfunkciu centrálného nervového systému. V dôsledku toho sa zvieratá môžu správať agresívnejšie, napríklad intenzívnejšie hryzú uši a chvosty. Vysoké hladiny amoniaku spôsobujú aj ďalšie problémy, ako je znížená účinnosť kŕmenia. Vážne zdravotné problémy môžu viesť aj k vysokej úmrtnosti. Zníženie emisií amoniaku na hospodárskych zvieratách má pozitívny vplyv na dobré životné podmienky zvierat. Minimalizácia dráždivých pachov a plynov zlepšuje pohodu a zdravie zvierat. Zlepšuje sa tým aj produkčná výkonnosť, napríklad vďaka lepšiemu využitiu krmiva, skracuje sa čas výkrmu a výrazne sa znižujú náklady na zdravie zvierat – veterinárne služby a lieky.

V atmosfére reakciou amoniaku a oxidu siričitého vzniká síran amónny ((NH₄)₂SO₄), ktorý je hlavnou zložkou aerosólových častíc. Ich veľkosť je menšia ako 2,5 μm, takže môžu zohrávať úlohu pri tvorbe hmly a znižovať viditeľnosť, ale ak sa usadia v pľúcach, môžu tiež spôsobiť respiračné problémy a poškodenie zdravia. Vďaka adsorpčným vlastnostiam lignitovej múčky účinne znižuje a minimalizuje environmentálnu záťaž spôsobenú emisiami škodlivých plynov a pomáha odvetviu živočíšnej výroby plniť ciele Európskej zelenej dohody. Vhodne dimenzovaná lignitová múčka vytvára pre chovy hospodárskych zvierat a bioplynové stanice príležitosť zlepšiť environmentálnu udržateľnosť a zároveň znížiť ekonomickú záťaž a riziko trestných sankcií, ktoré sú výsledkom prítomnosti hladín amoniaku nad prípustným limitom. Používanie lignitovej múčky prispieva k efektívnejšej prevádzke chovov hospodárskych zvierat a zlepšeniu dobrých životných podmienok zvierat. Používanie lignitovej múčky tiež pomáha chovateľským spoločnostiam získať prístup k dostupným dotáciám, pretože podmienkou pre získanie dotácií na dobré životné podmienky zvierat je, aby sa hladina amoniaku v stajniach udržiavala pod hodnotou prijateľnou pre úrady.

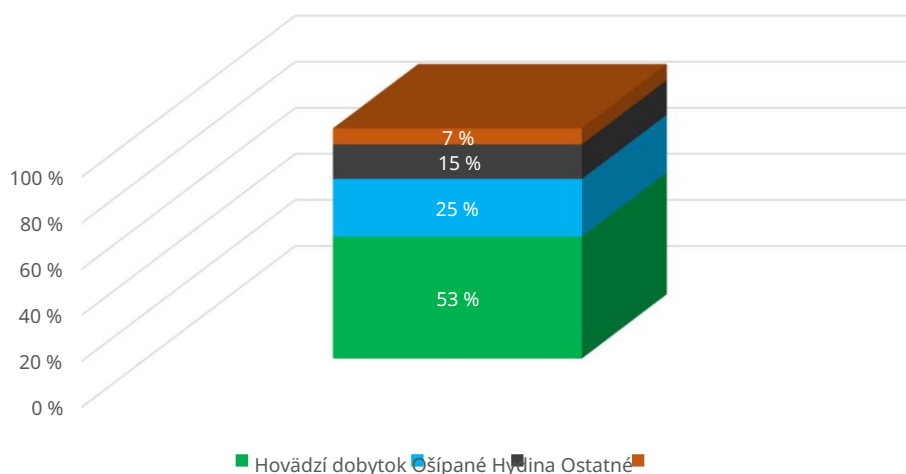
Aplikácia hnojovice obsahujúcej lignitovú múčku a fermentačné zvyšky z bioplynových staníc (ďalej len bioplynové hnojivo) má pozitívny účinok pri aplikácii do pôdy, pretože jej aktívne zložky zvyšujú nutričný kapitál pôdy a zlepšujú štruktúru pôdy.

Okrem toho vďaka svojmu adsorpčnému účinku zachováva a udržiava aktívne zložky prítomné v hnojovitej kaši alebo bioplynovom hnojive vo forme, ktorú môžu rastliny absorbovať, pričom viaže toxické alebo patogénne prvky prítomné v daných hnojivách. Všetky tieto výhody ukazujú, že použitie lignitu je všestranným riešením na úpravu kvapalných hnojív (hnojovky, bioplynových hnojív a iných kalov), čo poskytuje značné výhody v oblasti životného prostredia a poľnohospodárstva. Použitie lignitovej zeminy ako adsorbentu ponúka ekologickú alternatívu k chemickým metódam úpravy. To prispieva k udržateľnosti a dosiahnutiu cieľov Európskej zelenej dohody. Environmentálne prínosy tiež vytvárajú pozitívny imidž pre aktérov v poľnohospodárstve.

V dôsledku aplikácie hnojiva alebo bioplynu obsahujúceho mletú hmotu sa amoniak viazaný vo forme amónneho iónu pomalšie premieňa na dusičnany, takže aktívny dusík sa uvoľňuje čiastočne a je k dispozícii pre pestované plodiny počas celého vegetačného obdobia. Zvyšuje sa tým kapacita pôdy na zásobovanie živinami. Zvýšený výskyt dusičnanov je pre rastliny nevyhnutný a významne ovplyvňuje efektívnosť produkcie plodín. Okrem toho vytvára priaznivejšie prostredie pre pôdne organizmy (mikróby, nižšie živočíchy) a pestované rastliny.

Aplikáciou upraveného hnoja alebo bioplynového hnojiva sa účinná látka N aplikovaná do pôdy stabilizuje. Účinné látky P a K zostávajú v mobilnej forme a ľahko sa vstrebávajú. stanú dostupnými pre rastliny, čím sa zvýšia priemerné výnosy alepší sa hodnota živín.

Rozdelenie emisií amoniaku (NH₃) z chovu hospodárskych zvierat





Použitie upraveného hnojového alebo bioplynového hnojiva predstavuje vynikajúcu alternatívu k doplneniu alebo nahradeniu tradičných hnojív. Možnosti použitia; na farmách ošipáných; na podlahe - na roštových podlahách, v lagúnach alebo kanáloch, ako aj pri preprave (usadzovanie, homogenizácia) alebo v centrálnych skladovacích nádržiach, jazerách.

V intenzívnych mliečnych farmách do hnojového kanála, podlahy maštale a do tranzitných a centrálnych skladov. Spôsob, množstvo a načasovanie dávkovania sa určujú s prihliadnutím na typ, veľkosť, technologický rozvoj danej farmy, ako aj na druh, vek a počet zvierat, čím sa zabezpečí očakávaná účinnosť. V prípade bioplynového hnojiva dávkovaním do skladovacích jednotiek, ak je to potrebné, po predbežnej analytickej skúške.

Ďalšie možnosti využitia lignitu v chove hospodárskych zvierat;

Okrem zníženia odparovania amoniaku a iných sklovitých plynov existuje mnoho ďalších využití. Okrem zníženia emisií plynov na hydinových farmách možno adsorpčný účinok lignitu využiť na zníženie výskytu infekčných chorôb, ktoré môžu v krátkom čase (dni) spôsobiť úhyn celého krdla.

Okrem toho je na dobyčích farmách bežnou praxou plniť odpočívadlá pieskom, aby sa predišlo hnilobe kohútika. Použitie piesku sa javí ako dobré riešenie, pretože absorbuje močový výluh, ktorý je miestom kolonizácie patogénu hniloby kohútika. Použitie piesku však brzdí kompletne hospodárenie s hnojovicou na farme a robí hnojovicu, ktorá je kompletným riešením pre zásobovanie živinami, nevhodnou na ďalšie použitie v teréne.

Práškové mletie lignitu ako adsorbent, ktorý výrazne znižuje vylučovanie plynov, je tiež výborne vhodné na spracovanie nezrelého hnoja. Ďalším mimoriadne veľkým trhom je výroba krmív, pretože aby sa predišlo rôznym bakteriálnym a plesňovým infekciám v tráviacom systéme, ako zložky krmiva sa používajú drahé a ťažko dostupné materiály s adsorpčnou kapacitou.

Po napadnutí rastlín a plodín plesňami, ak ich zvieratá skonzumujú, sa správne nevyvíjajú, dochádza k poruchám reprodukcie a môže to viesť k hromadným úhynom. Je to preto, že tieto huby produkujú biologicky aktívne toxické látky nazývané mykotoxíny. Podľa štúdií EÚ je najvýznamnejším faktorom morbidity fusarióza. Pri výrobe krmív je možné plne využiť práškové lignitové drevo a je nákladovo efektívnym riešením pre spoločnosti vyrábajúce krmivá a poľnohospodárske podniky s vlastnou technológiou miešania krmív. Lignit prispieva k úspešnosti krmenia zvýšením aktivity enzýmov, najmä v prípade hydiny a hovädzieho dobytká.

Tento zoznam nemožno vynechať zo zoznamu služieb pre intenzívne sa rozvíjajúcu akvakultúru v Maďarsku, pretože zlepšenie a zachovanie kvality vody v jazerách má pre tento sektor kľúčový význam. Eutrofizácia a prítomnosť toxických plynov vznikajúcich počas procesu sú neustálym problémom v jazerách a iných prostrediach na rozmnožovanie pri veľkom chove rýb a používanie lignitu na kŕmenie plôdika a zníženie eliminácie plynových útvarov má mimoriadny význam, pretože opísaný jav môže viesť k čiastočnej alebo úplnej deštrukcii rybej populácie, čo spôsobí sektoru nezmerateľné ekonomické škody.

ZHRNUTIE A ODPORÚČANIA

Súhrn potenciálnych produktov a mechanizmov účinku

Hlavné účinky na pôdu a vegetáciu, cieľové oblasti aplikácie:

Zvýšenie hodnoty rastlinných kondicionérov (napr. humínovej kyseliny pre rastliny), manažment sucha problematické

Zlepšenie pôdy: Tlmenie erózie pôdy, budovanie štruktúry a viazanie organickej hmoty – najvýznamnejšia problematická oblasť pôdy, aplikácia 10 – 50 t/ha, 1 – 5 Mt/1000 km²

Aplikácie v chove hospodárskych zvierat, manažment hnoja a absorpcia amoniaku

Sanácia kontaminovaných oblastí

Možné predateľné produkty:

anorganické podložie lignitu – pôdny kondicionér

lignitová mletá, neupravená alebo predspracovaná, ako nosný materiál – pôdna pomocná látka, hnojenie živinami

cielené produkty na zlepšenie pôdy, ktoré sa dajú pripraviť cieleným zmiešaním organických a

anorganických surovín – materiál na zlepšenie pôdy, hnojenie živinami

roztok kyseliny humínovej – pôdny kondicionér, kondicionér rastlín

biochar – pôdny kondicionér

lignitová suspenzia – úprava suspenzie, zdravie zvierat, oblasti kontaminované ťažkými kovmi záver

a viacúčelové produkty zosúladené s ostatnými piliermi.

Aktuálne kľúčové trhové aspekty

Najdrahšími zložkami súčasnej poľnohospodárskej technológie sú hnojivá a chemikálie. Vo vápenatých pôdach je miera využitia dusíka 15 – 23 %, zatiaľ čo v kyslých pôdach je to 30 – 40 % – hlavnými dôvodmi strát sú vysoké pH, nízka kapacita kationovej výmeny a obsah organickej hmoty.

To znamená, že štvrtina až tretina najdrahších zložiek sa využije, viac ako dve tretiny sa premrhajú, čiastočne sa uvoľňujú do ovzdušia vo forme NH₃ a vylúhujú sa do podzemnej vody vo forme NO₃. Aby sa to znížilo, trh hľadá adsorpčné materiály pre ťažbu, pretože využitie hnojív je výrazne uľahčené predĺžením ťažby. Adsorpcia NH₄ na veľkom špecifickom povrchu lignitu

+ väzba oneskoruje uvoľňovanie na dlhý čas, viaže sa a uvoľňuje do pôdneho roztoku „na požiadanie“, aby sa zlepšila väzba (lignit zabraňuje a spomaľuje vyplavovanie). Technológia známa z literatúry, LSRNF (pomaly sa uvoľňujúce dusíkaté hnojivo na báze lignitu, močovina:lignit, 1:1), znížila NH₃ o 44,55 %

odparovanie, vylúhovanie 57,01 % NO₃ a emisie 52,18 % N₂O v porovnaní s čistou močovinou (Rashid a kol. 2023). Uvoľňovanie AN z močoviny prebehlo v priebehu 1 dňa a väčšinou sa stratilo, zatiaľ čo v prípade zmesi lignitu a močoviny v pomere 1:1 to trvá až 70 dní, čo vytvára príležitosť na využitie a zabezpečuje konštantné množstvo živín. Trh ho v súčasnosti využíva, pričom sa predáva 800 ton lignitového prášku za cenu 85 eur/t a MVM ho v súčasnosti predáva za cenu 30 000 HUF.

Močovina a amoniak môžu byť priamymi vedľajšími produktmi spracovania lignitu – je možné ich komplexné a viacsmerové využitie. Súčasná cena močoviny je 200 – 250 € HUF/tona, lignit je možné ťažiť a predspracovať za cenu 30 € HUF. Pri zmiešaní v pomere 1:1 sa znížia straty najmenej o 50 %, t. j. zdvojnásobí alebo strojnásobí využitie hnojiva.

Ďalšou prioritnou oblasťou je sanácia kontaminovaných lokalít, ktorú bude Maďarsko a členské štáty vyžadovať v rámci pripravovanej smernice o „monitorovaní a odolnosti pôdy“. Rámcová smernica bude dúfajme prijatá počas maďarského predsedníctva. Hnedé uhlie je viazané v pôde v miere viac ako 95 %.



19.1.1.40. Értékesített műtrágya mennyisége hatóanyagban*

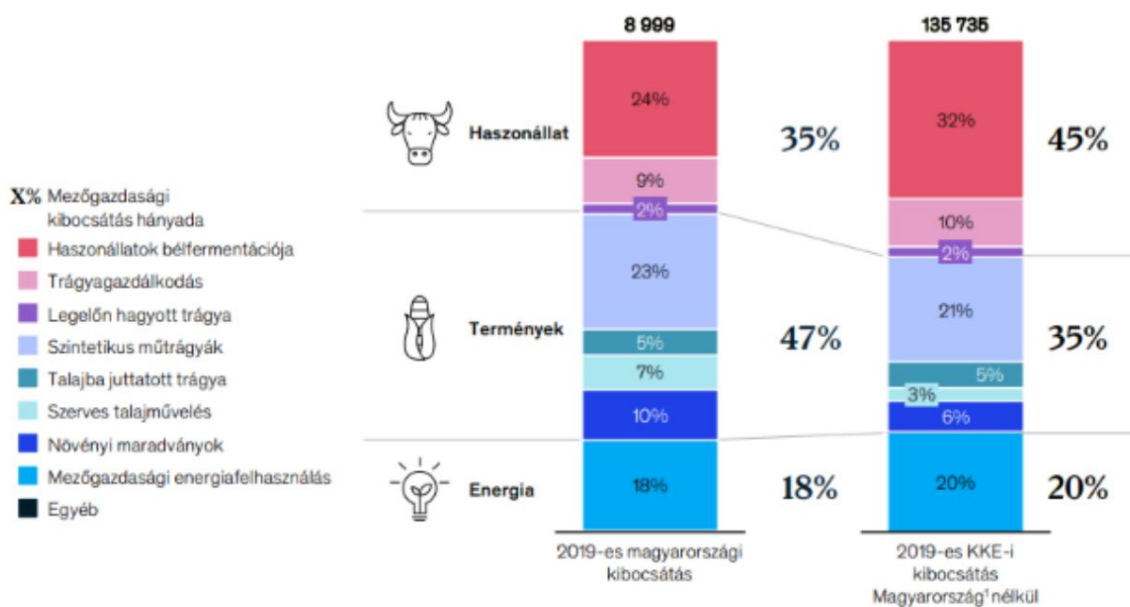
Év	Műtrágyaértékesítés hatóanyagban, ezer tonna				Egy hektár mezőgazdasági területre jutó műtrágya, kg ^a
	nitrogén	foszfor	kálium	összesen	
2002	303	62	72	437	74
2003	289	67	83	439	75
2004	293	75	85	453	77
2005	260	61	71	392	67
2006	289	75	92	456	78
2007	320	87	100	507	87
2008	294	63	74	431	74
2009	275	44	48	367	64
2010	281	46	58	385	72
2011	302	51	60	413	77
2012	313	59	66	438	82
2013	336	82	79	497	93
2014	341	82	74	498	93
2015	378	82	78	539	101
2016	404	95	99	597	112
2017	424	118	116	659	123
2018	424	117	111	652	122
2019	416	114	100	630	119
2020	445	112	97	655	133
2021	456	116	113	685	136
2022	325	66	65	456	90

Ročná spotreba hnojív v Maďarsku vypočítaná Ústredným štatistickým úradom.

Dosiahnutelné zníženie emisií CO₂

Magyarországon – Közép- és Kelet-Európa többi országához képest – a kibocsátások kisebb hányada származik haszonállat-tartásból és nagyobb hányada növénytermesztésből

Összes kibocsátás (ktonna)



Emiszie skleníkových plynov z poľnohospodárstva v ekvivalente CO₂ (Jánoskuti a kol. 2022).

Hoci sa čísla líšia v závislosti od zdrojov, odhaduje sa, že 11 % celkových emisií CO₂ v krajine 14 percent pochádza z poľnohospodárstva, z čoho 47 % pripadá na rastlinnú výrobu sa vytvára, predovšetkým v dôsledku používania syntetických hnojív. Emisie skleníkových plynov z poľnohospodárstva predstavovali v roku 2019 8 999 kt ekvivalentu CO₂ (Jánoskuti a kol., 2022), zatiaľ čo podľa údajov OSN to bolo v roku 2021 5 450 kt. Údaje preto vykazujú veľmi veľký rozptyl. Takmer štvrtina emisií CO₂ z poľnohospodárstva súvisí s používaním syntetických hnojív. Naše odhady sú založené na práci Jánoskutih a kol. (2022) a údajoch KSH. 70 % aplikovaných hnojív tvorí dusík, ktorého využitie v pôde sa pohybuje medzi 15 a 40 %, t. j. strata je medzi 60 – 85 %. V laboratórnych podmienkach sa straty znížili o 50 % v prípade močoviny zmiešanej s lignitom v pomere 1:1.

t. j. využitie sa môže zvýšiť na 50 – 70 %. V číslach to znamená, že v prípade dusíka sa môže spotreba znížiť o polovicu a v špeciálnych prípadoch takmer o tretinu, čo je veľmi významné množstvo. Vzhľadom na to, že približne 70 % všetkej spotreby hnojív tvorí dusík, potom na základe údajov z roku 2019 možno dosiahnuť zníženie emisií CO₂ o 875 kt. Túto hodnotu ďalej zvyšuje štrukturálne zlepšenie spôsobené organickou hmotou a úspora paliva vyplývajúca zo zníženia požiadaviek na trakciu a prepravu v dôsledku zníženia množstva aplikovaného hnojiva, čo môže byť až 10 – 20 % v porovnaní so súčasnými podmienkami.

Ďalšie potenciálne zníženie emisií skleníkových plynov možno dosiahnuť úpravou organického hnoja lignitovým prachom, predovšetkým znížením prchania amoniaku. Kvantifikácia tejto úlohy je náročná úloha, ale potenciál dobre naznačuje skutočnosť, že podľa údajov OSN predstavuje skleníkový hnoj vznikajúci pri skladovaní a manipulácii s organickým hnojom 15,8 % celkových emisií skleníkových plynov z poľnohospodárstva v Maďarsku. Okrem toho sa tento hnoj často používa nielen na zvýšenie skleníkového efektu, ale aj z dôvodov zdravia zvierat.

výrazný problém.

Zhrnutie

Údaje z literatúry a predchádzajúce štúdie jasne podporujú potenciál využitia lignitov z Visonta a Bükkábrány na účely zlepšenia pôdy. Najdôležitejšími cieľovými oblasťami sú piesočnaté pôdy s nízkym obsahom organických látok, ktoré pokrývajú značné plochy v krajine. Okrem toho možno zvážiť aj zníženie extrémnej kyslosti silne zásaditých a silne kyslých oblastí, ako aj zlepšenie slaných oblastí. Ďalšou oblasťou využitia – ktorá je ešte relevantnejšia v dôsledku pripravovaného zákona EÚ o monitorovaní pôdy a znečistení pôdy – je aplikácia v kontaminovaných oblastiach na viazanie a imobilizáciu znečisťujúcich látok.

Medzi ďalšie významné oblasti použitia patrí chov hospodárskych zvierat, hospodárenie s hnojom, kŕmenie (prísada do siláže, kŕmna zložka), použitie v stajniach, prísada do biodpadu, spracovanie kalov, kompostovanie hnoja a aplikácia v akvakultúrnych oblastiach (úprava vody v rybníkoch). Ďalej sa používa ako uhlíkové hnojivo, náhrada rašeliny v sadeníc, ochrana rastlín a náhrada stopových prvkov, ako aj kontrola znečistenia z pevniny, kontrola vlhkosti a prevencia vnikania pesticídov do povrchových vôd. Tiež odľahčenie pôdy, rekultivácia pôdy a spracovanie kalov z bioplynu, ktoré sú v súčasnosti na trhu novinkou a majú tiež veľký trhový potenciál.

Samozrejme, každá cieľová oblasť vyžaduje alebo môže vyžadovať predspracovanie, na ktoré sú k dispozícii známe technológie. Z lignitu sa dá vyrobiť široká škála trhových produktov, od aplikácie bez predspracovania, cez extrakciu kyseliny humínovej, až po produkty vytvorené kombináciou a predspracovaním lignitu s inými zdrojmi živín.

BIBLIOGRAFIA

1. Dona T. N W., Helen C S., Peter J S., Deli C. (2021): Pridanie lignitu počas anaeróbnej digescie vinárskeho hnoja bohatého na amónium zvyšuje produkciu bioplynu. Journal of Environmental Chemical Engineering, zväzok 9, vydanie 1, 2021, 104669. ISSN 2213-3437. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2020.104669>
2. Dömsödi J. (2023): Geologický a minerálny kondenzát pôdy <https://magyarmezgazdasag.hu/2023/04/16/foldtani-szerves-es-asvanyi-talajjavito-anyagok/> materiály,
3. Fan Y. Chunyu T., Markus A. (2021): Prírodné a umelé humínové látky na potlačenie minerálov, iónov, vody a pôdnych mikroorganizmov, vydanie 10, Chem. Soc. Rev. 2021, 50, 6221 – 6239, <https://pubs.rsc.org/en/content/articlehtml/2021/cs/d0cs01363c>
4. Feigl V.(2011): Sanácia pôdy a banského odpadu kontaminovaného toxickými kovmi fytostabilizáciou v kombinácii s chémiou, dizertačná práca, Technická a ekonomická univerzita v Budapešti, s. 29 – 90.
5. Gál Á. E. (2015): Zlepšenie pôdy; <https://slideplayer.hu/slide/12018374/>
6. Popis HUMASORBu: <http://www.arctech.com/humasorb.htm>
7. Makádi M.(2018): Možnosti poľnohospodárskeho využitia banského odpadu In: Domáce zdroje uhlia a možnosti ich využitia, MBFSZ, ISBN 978-963-671-314-0, <https://mek.oszk.hu/19800/19806/19806.pdf>
8. Jánoskuti L, Engel H., Békés M., Hanzlik V., Havasi A. a Tamás S. 2022. Climate-neutral Hungary. Na ceste k úspešnej dekarbonizácii. McKinsey & Company.
9. Püspöki Z. (ed.) (2018): Domáce zdroje uhlia a možnosti ich využitia, MBFSZ, Budapešť. ISBN 978-963-671-314-0, <https://mek.oszk.hu/19800/19806/19806.pdf>
10. Ragályi P., Bernhard B., Rékási M., Draskovits E., Molnár S., Molnár M., Kutasi J., Uzinger N. (2019): Vplyv rôznych kombinácií biocharu a bakteriálneho inokulantu na elementárne zloženie a príjem prvkov kukuricu na kyslej a vápenato-piesočnatej pôde. Agrochemistry and Soil Science 68 (2019) 1, 115-137. DOI: 10.1556/0088.2019.00005.
11. Rashid a kol. 2023. Lignitové lešenie ako pomaly uvoľňujúce dusíkaté hnojivo predžilo retenciu dusíka a inhibovalo straty dusíka v alkalických vápenatých pôdach. ACS Omega 2023, 8, 25, 22732-22741, Dátum publikácie: 12. júna 2023, <https://doi.org/10.1021/acsomega.3c01611>
12. Sarlaki E., Kianmehr MH, Marzieh G, Ali M. K. (2023): Vysoko humifikovaný dusík-funkcionalizovaný lignit aktivovaný predúpravou močovinou a oxidáciou ozónovou plazmou, ChemicalEngineeringJournal, zväzok 456, 2023, ISSN 1385-8947, <https://doi.org/10.1016/j.cej.2022.140978>.
13. Siposné Kedves É., Sipos S. (1968): Chemické štúdie hnedého uhlia. Vedecké publikácie II., 137-46. https://acta.bibl.u-szeged.hu/17696/1/tanarkepzo_1968_2_137-146.pdf
14. Stefanovits P., Filep Gy., Füleky Gy. (1999): Pedológia. Vydavateľstvo Mezőgazda, Budapešť.
15. Zentay T. (1984): Možnosti poľnohospodárskeho využitia geologických surovín, Geologický výskum XXVII. zv. 1, str. 23 – 42
16. Whiteley, GM, Pettit, C (1994). Vplyv úpravy lignitu humínovou kyselinou na rýchlosť rozkladu pšeničnej slamy. BioFertSoils17, 18–20, <https://doi.org/10.1007/BF00418666>
17. Ciarkowska a kol., 2017; Nardi a kol., 1991, 2000; Sharif a kol., 2002
18. Abbott a kol., 2018; Rose a kol., 2014
19. Gregorich a kol., 1994; Mi a kol., 2018
20. Acosta-Martinez a kol., 2014; Dong a kol., 2008; Gregorich a kol., 1994; Sardans a Penuelas, ~ 2005