

**GÉRCEI ALGINIT HATÁSA SAVANYÚ
HOMOKTALAJ TERMÉKENYSÉGÉRE**

***EFFECT OF GÉRCE ALGINIT ON THE
FERTILITY OF AN ACID SANDY SOIL***

**KÁDÁR IMRE, RAGÁLYI PÉTER,
MURÁNYI ATTILA, RADIMSZKY LÁSZLÓ,
GAJDÓ ANNA**

**MTA ATK TALAJTANI ÉS AGROKÉMIAI
INTÉZET, BUDAPEST
ALGINIT KFT., BUDAPEST
2015**

File: alginit2015

GÉRCEI ALGINIT HATÁSA SAVANYÚ HOMOKTALAJ TERMÉKENYSÉGÉRE

**¹Kádár Imre, ¹Ragályi Péter,
¹Murányi Attila, ¹Radimszky László,
²Gajdó Anna**

**¹MTA ATK Talajtani és Agrokémiai Intézet, Budapest
²Alginit Kft., Budapest**

**ISBN: 978-615-5387-06-7
Lektorálta: Dr. Csathó Péter**

EFFECT OF GÉRCE ALGINIT ON THE FERTILITY OF AN ACID SANDY SOIL

**¹Imre Kádár, ¹Péter Ragályi,
¹Attila Murányi, ¹László Radimszky,
²Anna Gajdó**

**¹Institute for Soil Science and Agricultural Chemistry, CAR, HAS, Budapest
²Alginit Ltd., Budapest**

**ISBN: 978-615-5387-06-7
Reviewed by: Dr. Péter Csathó**

Tartalomjegyzék

Bevezetés és irodalmi áttekintés	4
Anyag és módszer	7
1. <i>A felhasznált alginít jellemzése</i>	7
2. <i>Növény és talaj mintavételezés</i>	9
3. <i>Kémiai vizsgálatok</i>	9
4. <i>Talajfizikai vizsgálatok</i>	9
5. <i>Csapadékviszonyok</i>	10
Eredmények megvitatása	10
1. <i>A N x alginít kezelések a talaj egyes fizikai tulajdonságaira</i>	10
2. <i>A N x alginít kezelések hatása a talaj egyes kémiai tulajdonságaira</i>	11
3. <i>A N x alginít kezelések hatása a talaj szántott rétegének NH₄-acetát+EDTA oldható elemtartalmára</i>	12
4. <i>A N x alginít kezelések hatás a tritikále termésére</i>	13
5. <i>A N x alginít kezelések hatása a szalma és a szem elemtartalmára</i>	15
6. <i>Következtetések, tanulságok</i>	17
Összefoglalás	18
Irodalom	18

EFFECT OF GÉRCE ALGINIT ON THE FERTILITY OF AN ACID SANDY SOIL

Contents

Introduction	20
Materials and Methods	23
1. <i>Characterization of the applied alginít</i>	23
2. <i>Plant and soil samplings</i>	25
3. <i>Chemical analyses</i>	25
4. <i>Soil physical analyses</i>	26
5. <i>Precipitation</i>	26
Results and discussion	27
1. <i>Effect of N x alginít treatments on some physical parameters of the soil</i>	27
2. <i>Effect of N x alginít treatments on some chemical parameters of the soil</i>	27
3. <i>Effect of N x alginít treatments on the NH₄-acetate+EDTA soluble element content of the soil in the ploughed layer</i>	27
4. <i>Effect of N x alginít treatments on the yield of triticale</i>	29
5. <i>Effect of N x alginít treatments on the element content of straw and grain</i>	32
6. <i>Conclusions</i>	33
Summary	34
References	34

Bevezetés és irodalmi áttekintés

Az alginit fosszilis/eltemetett és megkövesedett alga biomasszából és elmállott tufából 3-4 millió évvel ezelőtt keletkezett, nagy szerves anyag tartalmú olajpala kőzet. Ekkor a vulkanizmus elcsendesedése után krátertavak (tufagyűrűk, maarok) alakultak ki. A krátergyűrűk zárt medencéibe beszivárgott a felső pannon beltenger vize. A krátertő alacsony sótartalmú meleg, tápanyagdús vizeiben zöldalgák (*Botryococcus brauni*) és már növényi/állati szervezetek tömeges elszaporodása következett be eutrofizációt okozva. Az anaerob közegben elhalva, a tófenéken szapropel iszapként halmozódtak fel (SOLTI 1999).

Az alginit név a biomassza alga eredetére utal. Az alginit kőzetből 64 elemet mutattak ki, melyek döntően a 3-as rétegszilikátokban szervetlen kötésben, illetve a humuszanyagokkal szerves vagy kelát kötésben vannak. Az ásványi összetevők között agyagásványok (szmeklit, illit), karbonátok (kalcit, dolomit, aragonit), valamint a kvarc és a kovasav amorf változata dominál. Alárendelt mennyiségben megtalálható még a gipsz, plagioklász, kálföldpát, sziderit, geothit, magnezit és pirit. A MÁFI térképezési kutatási programja keretében 1974-ben Solti Gábor tárt fel alginittal és bazaltbentonittal betemetett egykori vulkáni krátereket (SOLTI 1999).

Jelenlegi ismereteink szerint fellelhetősége kizárólag a Kárpát-medencére terjed ki. Az alginit vagyon kb. 150 millió tonna. Külszíni fejtéssel három helyen bányászható gazdaságosan. E bányák készlete a teljes vagyon kb. 90%-át adhatja. Ebből Magyarországon két bánya üzemel. A jelentősebb a Gércén található bánya, mely a vagyon mintegy 80%-ával rendelkezik. Az utóbbi években végzett kutatófúrások adatai alapján az alginitréteg vastagsága 40-60 m réteget alkot a felszínen kb. 200 ha-on 100 millió tonna mennyiséget meghaladó vagyonnal. A bánya jelenleg 16 ha-on üzemel.

Az MSZH Tanakajd Talajvédelmi Laboratóriuma 3 gércei alginit mintát elemzett 2009-ben. A minták átlagos összetétele az alábbi volt: nedvesség 37%, CaCO_3 15%. Mikroelemek/nehézfémek: Pb 93, Cr 62, Cu 22, Ni 21, Co 20, As 10, Se < 0,5; Cd < 0,2 és Hg < 0,1 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ sz.a. A Mezőgazdasági Szakigazgatási Hivatal (MSZH) Központ engedélyező hatóság kiadta a forgalomba hozatali és felhasználási engedélyt, mivel a készítmény veszélyes összetevőt, veszélyes hulladékot, kockázatos anyagokat az előírt határértékeknél nagyobb koncentrációban nem tartalmaz. Az engedély szerint a gércei alginit mint talajjavító anyag az előírt minőségi feltételek szerint barna színű, szagtalan, nedves tapintású földszerű anyag. Beltartalmi paraméterei: maximum 40% nedvesség, legalább 14% CaCO_3 és szerves anyag. Határértékként tartalmazhat maximum 100 Cu, Cr és Pb; 50 Co és Ni; 10 As; 5 Se; 2 Cd és 1 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ Hg elemet szárazanyagban. Felhasználható savanyú talajok javítására és termesztő közegek adalékaként 2019.09.08-ig, az engedély érvényesség időtartamán belül (MSZHK 2009).

A BONN-I EGYETEM TALAJTANI TANSZÉKE és a NORD-WEST LUFÁ vizsgálati szerint a gércei alginit 52% agyag, 42% vályog, 6% homok szemcseösszetétellel jellemezhető. A karbonátok és a humusz lebontása után az agyag 26%-ra, felére esik, míg a vályog frakció 67%-ra emelkedik. Az agyagcsökkenés oka a finom

eloszlású mész eltűnése az alginítból. Az 1 m³ alginít 600 kg körüli vizet képes visszatartani, melyből kb. 400 liter a növények számára felvehető marad. Röntgen diffrakciós elemzések szerint a szemeklit 50%, illit 40%, klorit/vermikulit 10%-os arányt képviselt. A táguló szemeklit javíthatja a kőzet víztározó kapacitását. A szerves anyag 6-19% között változhat. A C/N arány azonban tág 30 feletti, a szerves anyag stabil hosszú felezési idővel. A CaCO₃ elérheti a 20%-ot, a CEC a 35 mol·kg⁻¹ értéket. E tulajdonságok különösen előnyösek lehetnek a savanyú, rossz víz- és tápelemgazdálkodással rendelkező, szerkezetnélküli homoktalajok meliorációjánál. A 2 oldalas termékismertető szerint „az ásvány genetikájából eredően heterogén, pontos összetétel, illetve minőség nem adható meg (TNR GMBH 2010).

A gércei alginít hatását vizsgálták Németországban egy savanyú homoktalaj tulajdonságaira és a rajta növő spenót növényre 6 kg-os Mitscherlich tenyészedényekben egységes NPKMgS alaptrágyázással. A talajhoz kevert alginít 0, 10, 15, 20 tömeg %-ot jelentett. A talaj kation kicserélő kapacitása (CEC) az adagokkal rendre 2, 26, 38, 44 cmol·kg⁻¹ értékre emelkedett, tehát 10-20-szorosára ugrott. A spenót tesztnövény hajtása és gyökértermése 20-30%-kal nőtt. Különösen a finom, hosszú gyökérszálak tömege vált jelentőssé. Összességében stabilabb talajszerkezet jött létre, kedvezőbbé vált a növények víz- és tápelemhasznosulása. Emelkedett a talaj pH értéke, valamint 7-10%-kal a víztároló kapacitása. Kimosódási vizsgálatok szerint az alginittal kezelt talajból emelkedett mennyiségű Ca, Mg, K, Ni távozott az átszivárgó vízzel, míg a P mennyisége mérséklődött a növekvő alginít terheléssel. Sajnos az alkalmazott alginít összetételét, minőségi jellemzőit a szerzők nem közlik (REX és SCHERER 2010).

Nyers, meszes homoktalajjal és egységes NPK műtrágyázás mellett mikroparcellás szabadföldi kísérletet végeztek Egyiptomban meliorációs céllal alkalmazva a gércei alginítet. A parcellák 2 x 2 = 4 m² területet, az alginít kezelés 0, 4, 8, 16 kg/m², azaz 0, 40, 80, 160 t·ha⁻¹ adagot jelentett. A telepített gypet május-szeptember között naponta 10-15 l/m², azaz 10-15 mm/nap adag vízzel öntözték. A nagyobb öntözővíz normát a nyári június, július, augusztus hónapokban alkalmazták. A szerzők megállapították, hogy fű esetén hasonló körülmények között a 8-10 kg/m², azaz a 80-100 t·ha⁻¹ finomra őrölt alginít javasolható 10 cm mélyre bedolgozva. Kezelés hatására javult a homoktalaj szerkezete és víztároló kapacitása. Hosszabb és finomabb gyökérszálak képződött, mely jobban átszötte a talajt és így serkentette a gyp víz- és tápelemfelvételét. A talaj felvehető víztartalmát az alginít kezelés 6%-ról 10%-ra növelte, míg a víztároló kapacitás 120-150 m³/ha, azaz 12-15 mm/ha mennyiséggel emelkedett. A 10 cm-es rétegbe keverve, tehát nagyobb alginít terhelésnél a kezelés hatékonyabbá vált, mint a 20 cm-es rétegben eloszolva. Az alginít <2 mm alatti finomra őrölt frakciója szintén előnyösebbnek mutatkozott, jegyzi meg a szerző. Az alkalmazott alginít összetételének közlésére itt sem került sor (HELAL 2010).

Az 1. táblázatban az alginít, a gödöllői városi komposzt, valamint a nyírlugosi savanyú homok és a nagyhőrcsöki karbonátos vályogtalaj tulajdonságait hasonlítjuk össze. Az alginít kiugróan sok agyagot tartalmazhat, melyre a nagy K_A szám is utal. Ezen túlmenően CaCO₃ és szervesanyagkészlete is kimagasló. Ennek ellenére N-t nem szolgáltathat a növény számára, hisz a C/N aránya extrémén tág. Tehát alkalmazása esetén N-bőséget igényel, N nélkül hatástalan lehet. Téves az

olyan állítás, hogy: „A növények fejlődéséhez szükséges makro- és mikroelemeket komplex módon tudjuk az alginit bejuttatásával pótolni a talajban.... Az alginit kiválthatná a műtrágyát és egyben pótolná a szerves trágya hiányát is” (BANOS 1999).

1. táblázat: Az alginit, gödöllői városi kommunális komposzt, valamint a nyírlugosi homok és a mezőföldi vályogtalaj tulajdonságainak összehasonlítása (MTA ATK Talajtani és Agrokémiai Intézet)

Vizsgált jellemzők	Alginit ásvány	Kommunális komposzt	Nyírlugosi homok	Nagyhőrcsöki vályog
pH (H ₂ O)	7,0-7,8	7,0-8,0	4,8-5,8	7,8-8,1
pH (KCl)	6,9-7,4	6,0-7,0	4,0-4,2	7,5-7,7
Homok %	10-20	60-65	86-92	15-20
Iszap %	40-50	20-25	5,0-9,0	55-60
Agyag %	40-50	10-15	3,0-5,0	20-25
Kötöttség K _A	60-90	-	23-25	38-40
CaCO ₃ %	5-20	5-8	-	3-5
Humusz %	5-13	30-40	0,5-0,8	2-4
„összes” só %	0,2-0,4	0,4-0,6	<0,02	0,02
Összes N %	0,1-0,4	1,0-3,0	<0,05	0,1-0,2
C/N arány	30-180	7-8	-	10-15

Kétségtelen, hogy az alginit semleges, illetve enyhén lúgos hatása, hatalmas Ca és Mg (esetenként jelentős K, P, S tartalma), kötöttsége, szerves és ásványi kolloidokban való gazdagsága alkalmassá teszi a savanyú, laza szerkezetű, kolloidszegény homoktalajok javítására, termékenységük növelésére. Előnyösen változhat a talaj víz- és tápelemszolgáltatása a N-kiegészítést követően. Javulhat a növények aszálytűrő képessége. Emellett az alginit kolloidális struktúrája a talajszennyező anyagokat megkötheti (mérgeztelenítés), kilúgzásukat, talajvízbe jutásukat gátolhatja. Savanyú homokon a pH-t növelő meszező hatás és a kolloidgazdagító hatás egyaránt érvényesülhet melioratív adagok alkalmazása esetén.

Az alginit felhasználásának gátjaként jelentkezhethet, hogy:

- Nagy tömegben kell szállítani, kiszórni, kezelni (10-100 t·ha⁻¹)
- A kitermelt, deponált értékesítésre váró alginit átlagosan 20-25% nedvességtartalommal rendelkezik.
- Nyírség és belső Somogy talajait kellene meliorálni, javítani. Ezek az ország legszegényebb vidékei. Csak állami támogatással képzelhető el a művelet.
- Az alginit Ni tartalma esetenként elérheti vagy meghaladhatja az engedélyezett 50 mg·kg⁻¹ sz.a. határkoncentrációt.

Igaz, hogy agronómiailag, élettanilag vagy környezeti szempontból ez utóbbinak nincs különösebb jelentősége, hisz ebben a meszes közegben az említett elem nem válik mobilissá, a növények számára felvehetővé.

Anyag és módszer

Hazánk egyik legrégebbi műtrágyázási tartamkísérlete a Nyírségben található, melyet LÁNG (1963) állított be a savanyú kovárványos barna erdőtalajon, Nyírlugoson. A kísérletben öt elemet vizsgálunk: N, P, K, Ca, Mg. Az NPKCa elemeket 4-4, míg a Mg elemet 3 szinten. Műtrágyaforma: pétisó, szuperfoszfát, kálisó, őrlött mészkőpor és dolomitpor. A kezelések száma 32, ismétlések száma 4, összes parcellák száma 128. A parcellák mérete $5 \times 10 = 50 \text{ m}^2$, elrendezésük módja véletlen blokk. Eredetileg a parcellák száma 512 volt, mert a vizsgált tényezők között a fajta és a szántásmélység is szerepelt. A kísérletben 1991 óta tritikále terem monokultúrában. A kísérlet körülményeit és 50 évének tanulságait a közelmúltban egy önálló kiadványban részletesen ismertettük (KÁDÁR et al. 2011).

Az alginitet egyszeri melioratív $100 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ dózisban alkalmaztuk 4 különböző N-szinten, melyek a 0, 50, 100, 150 $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{év}^{-1}$ N-kezeléseket jelentették a tartamkísérletben. E parcellák talaja a növekvő N-trágyázás nyomán növekvő mértékben elsavanyodott és Ca, Mg, K, P elemekben elszegényedett. Az 50 m^2 -es parcellákat megfeleztük és az $5 \times 5 = 25 \text{ m}^2$ területű félparcellák kapták a $100 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, azaz 250 $\text{kg}/\text{parcella}$ alginitet 2011 őszén. A kiszórás kézzel történt egyenletesen, majd tárcsázással és szántással kevertük az anyagot a talajba. Kontrollként az alginitet nem kapott félparcellák szolgáltak. Így a $4\text{N} \times 4$ ismétlés = 16 alginites, illetve $4\text{N} \times 4$ ismétlés = 16 alginít nélküli rész együtt 32 parcellás kísérletet adott.

1. A felhasznált alginít jellemzése

A felhasznált alginít 15% nedvességet, 15% CaCO_3 -ot és 4,6% szerves anyagot tartalmazott. Az összes-N 0,15%, K_A 63, AL- K_2O 386, AL- P_2O_5 216 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ értéket tett ki. A becsült C/N arány 180 körülnek adódott. Az alginít egyszeri melioratív adagja $100 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ volt, hogy a kezelésnek a talaj fizikai/vízgazdálkodási tulajdonságaira gyakorolt esetleges hatásait is megfigyelhessük. A 2. táblázatban feltüntettük az alginít királyvíz oldható „összes” és az NH_4 -acetát oldható „mobilis” elemtartalmát, valamint a mobilis frakció %-os részarányát az összes készletben. Közöljük a $100 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ adaggal okozott talajterhelést is $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ -ra vetítve.

A felhasznált alginitben kerekén 5% elemi Ca; 3,6% Al; 2,9% Fe; 1,9% Mg; 0,82% K; 0,15% P; 0,12% S volt. A királyvíz oldható Ni mennyisége meghaladta az előírt $50 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ sz.a. értéket. Ami a kémiai oldhatóságokat illeti (mely nem függ össze közvetlenül a növényi felvehetőséggel), kitűnik 92-70% mobilis frakcióarányal, csökkenő sorrendben a Cd, Ca, Sr, Mn. Ezt követi 57-30% közötti mobilitási részarányal a S, Na, Pb, Cu, Mg, Ba. A Ni és a Co 19-18%-ot jelez. A többi elem illetően mobilis frakciója 10% alatti. A kristályrácsokba épülő Al, Cr, B elemek esetén a mobilis frakció 1% körüli vagy alatti (2. táblázat).

A 100 t·ha⁻¹ adaggal a szántott talajrétegbe került kereken 42 t Ca, 31 t Al, 24 t Fe, 16 t Mg, 694 kg K, 128 kg P és 105 kg S ha-ra számolva. Az összes Ni, Zn és Cr általi terhelés 5-6 kg·ha⁻¹-ra tehető; a B, Cu és Co 1-2 kg·ha⁻¹-ra, míg a maradék mikroelemek talajba juttatott mennyisége dkg-okban mérhető. A Hg nem is volt kimutatható.

Mivel az alginít gazdag Ca és Mg elemekben, illetve részben K, P és S tápelemekben, helyettesítheti a meszező anyagokat, illetve kisebb részben a K, P és S műtrágyát. Nem szolgálhat viszont N-forrásként, a tartós és kedvező hatás kifejtéséhez a megfelelő N-trágyázás elengedhetetlen.

2. táblázat: Az alkalmazott alginít királyvízben oldható „összes” és az NH₄-acetát+EDTA oldható „mobilis” elemtartalma és a 100 t·ha⁻¹ adag általa okozott talajterhelés (Nyírlugosi tartamkísérlet, Nyírség, 2011)

Elem jele	Mérték- Egység	Királyvíz oldható	NH ₄ -acetát +EDTA oldható	Mobilis az összes %-ban	Talajterhelés kg·ha ⁻¹ *
Ca	mg·kg ⁻¹	49942	43965	88	4245
Al	mg·kg ⁻¹	36026	68	<1	3062
Fe	mg·kg ⁻¹	28501	934	3	2423
Mg	mg·kg ⁻¹	19188	6969	36	1631
K	mg·kg ⁻¹	8166	466	6	694
P	mg·kg ⁻¹	1501	35	2	128
S	mg·kg ⁻¹	1237	703	57	105
Mn	mg·kg ⁻¹	587	411	70	50
Na	mg·kg ⁻¹	454	230	51	39
Sr	mg·kg ⁻¹	419	322	77	36
Ba	mg·kg ⁻¹	281	84	30	24
Ni	mg·kg ⁻¹	75,0	14,50	19	6,4
Zn	mg·kg ⁻¹	65,8	5,22	8	5,6
Cr	mg·kg ⁻¹	63,9	0,42	<1	5,4
B	mg·kg ⁻¹	26,8	0,34	1	2,3
Cu	mg·kg ⁻¹	19,2	7,04	37	1,6
Co	mg·kg ⁻¹	15,9	2,80	18	1,4
Pb	mg·kg ⁻¹	9,75	3,92	40	0,85
As	mg·kg ⁻¹	8,84	0,44	5	0,76
Sn	mg·kg ⁻¹	2,84	0,14	5	0,25
Mo	mg·kg ⁻¹	1,86	0,06	3	0,17
Se	mg·kg ⁻¹	1,02	<0,12	-	0,08
Cd	mg·kg ⁻¹	0,12	0,11	92	0,01

*Talajterhelés 100 t·ha⁻¹ alginittal a királyvíz-oldható elemkészlete alapján

2. Növény és talaj mintavételezés

Éréskor parcellánként 8-8 fm = 1-1 m² területről évente vettünk földfeletti növénymintákat, körbe 1-1 m-t elhagyva a parcellák szegélyéről (nettó terület). Mintakévéket az Órbottyán Kísérleti Telepünkre szállítottuk. Itt történt a cséplés, a szem/szalma/pelyva tömegének mérése (n=32). Laboratóriumi vizsgálatra a növényi anyagokat finomra őröltük. A talajmintákat tarlóhántás után 2012.07.20-án vettünk a szántott rétegből, 20-20 lefűrés anyagát egyesítve parcellánként (reprezentatív átlagminta, n=32) a talaj alaptulajdonságainak és elemösszetételének meghatározásához. Talajfizikai vizsgálatok (szabadföldi és effektív vízkapacitás) céljaira a kontroll parcellákon 2-2 cilindert, az alginittel kezeltéken 3-3 cilindert vertünk le a szántott rétegben (utóbbi esetben a várhatóan nagyobb talajheterogenitás miatt). A 4 kontroll x 2 cylinder x 2 ismétlés = 16 db, az alginit kezelésben 4 alginit kezelés x 3 cylinder x 2 ismétlés = 24 db, azaz összesen 40 db bolygatatlan talajminta vizsgálatára kerül sor. A növény és talajvizsgálatokat ötévente végezzük.

3. Kémiai vizsgálatok

A laboratóriumi vizsgálatok az MTA ATK Talajtani és Agrokémiiai Intézetben folytak az alább ismertetett módszerekkel:

Növényminták: 0,5 g bemért légszáras anyaghoz 5 cm³ + cc. HNO₃ + 1 cm³ cc. H₂O₂ adagolása, majd 15 perces roncsolás a mikrohullámú berendezésben. Az elemek mérése ICP készülékkel történt.

Alginit és Talajminták: Az oldható elemtartalom meghatározásához LAKANEN és ERVIÖ (1971) módszerét használtuk. A királyvizes kivonás HCl+HNO₃+H₂O₂ felhasználásával történt. Az elemeket ICP készülékkel mértük. A pH, y₁, CaCO₃, humusz, kötöttség, összes só alapvizsgálatok BARANYAI et al. (1987) szerint történtek.

A kicserélhető kationok és a T-érték vizsgálatához 2,5 g talajhoz 30 cm³ 1 mol/L BaCl₂+TEA kirázó oldatot adunk. A 3 órás rázatás után az elemek mérése ICP készülékkel történt az MSZ 08-0214-1: 1978, illetve MSZ 08-0214-2: 1978, illetve BASCOMB (1964) szerint. Számítással határoztuk meg az S-értéket, mely a Ca, Mg, K, Na kicserélhető kationok összegét jelenti. A bázisokkal le nem kötött adszorpciós helyek mennyiségét jelöli a T-S különbsége, szintén me/100 g talajra megadva. A V% a bázistelítettségre utal, jelezve, hogy a lehetséges adszorpciós helyek közül mennyi van %-osan 1- és 2-értékű bázikus kationokkal elfoglalva ($V = S \cdot 100/T$). A T-érték %-ában kifejezett telítettség tehát a V%. Reciproka viszont a telítetlenséget jelezheti szintén a T-érték %-ában $U = 100 - V$.

4. Talajfizikai vizsgálatok

A vízkapacitást és a szabadföldi vízkapacitást a pF görbe két pontjával jellemeztük. A pF= 0 pontot, ami megfelel a teljes vízkapacitás értékének, a bolygatatlan talajoszlop vízzel történő telítésével határoztuk meg. A pF = 2,3 pont (ami megfelel a szabadföldi vízkapacitás értékének), a kaolinlapra helyezett

bolygatatlan talajoszlop 200 vízoszlop cm szívóerő hatására beálló egyensúlyi állapotnak felelt meg. A friss talajminták 105°C-on történt szárításával a nedvességtartalmakat mértük.

5. Csapadékviszonyok

A havi és az éves csapadékösszegeket, valamint az 50 éves átlagokat a 3. táblázat mutatja be. Az adatokból látható, hogy az első évben a tritikále 9 hónapos tenyészideje alatt 2011.10. – 2012.06. hónapok között mindössze 288 mm csapadék hullott, mely nem tette lehetővé a nagyobb termések kialakulását 2012-ben. A 2013-as év rendkívül kedvezőtlen volt. A tavaszi március, április, május hónapokban szokatlanul sok eső esett és ez az időszak hűvös tavasszal párosult. A tritikále fejlődésben visszamaradt, kiritkult és elgyomosodott. A virágzástól az érésig tartó generatív szakaszban mely a magtermést meghatározza, viszont száraz és forró június és július uralkodott. A mag nem tudott kifejlődni, a vízhiány miatt az alginít hatástalan maradt. 2014-ben kedvező volt a bőséges májusi eső. A júniusi túl bő csapadék viszont már főként a szalma és a gyomok fejlődésének kedvezett.

3. táblázat: A havi és az éves csapadékösszegek 2011-2014 között, valamint az 50 éves sokévi átlag, mm (Kovárványos barna erdőtalaj savanyú homok, Nyírlugos)

No.	Hónapok	2011	2012	2013	2014	50 éves átlag
1.	Január	33	26	28	32	27
2.	Február	11	11	46	28	29
3.	Március	41	1	132	15	30
4.	Április	19	32	47	24	41
5.	Május	34	85	82	79	59
6.	Június	42	53	29	27	65
7.	Július	133	53	34	122	65
8.	Augusztus	34	8	16	57	50
9.	Szeptember	28	19	22	33	46
10.	Október	29	30	45	65	37
11.	November	1	28	27	18	42
12.	December	50	55	3	35	41
	Éves összeg:	454	401	511	535	534

Eredmények megvitatása

1. A N x alginít kezelések hatása a talaj egyes fizikai tulajdonságaira

Ami a 2012-ben elvégzett talajfizikai vizsgálatokat illeti azt találtuk, hogy sem a N-trágyázás, sem az alginít kezelés igazolhatóan nem módosította a talaj összes porozitását, a vízkapacitást. Az összes pórustérfogat 47,5%, tehát a talaj szilárd fázisának térfogata 52,5%. A szabadföldi vízkapacitás, a tehát a kapilláris pórusokban tárolt víz mennyisége megnőtt a kontrollon mért 21-28%-os tartományról a 28-34% tartományba. Átlagot tekintve a 26%-ról 31%-ra. Ez a

különbség azonban nem szignifikáns, bár nem elhanyagolható és hozzájárulhatott a pozitív termésmenővelő hatáshoz a száraz években. A talaj nedvességtartalma 2012.09.26-án a kontrollon 5,8%, az alginites kezelésben 7,2% volt átlagosan, ami 23%-os növekedés. Mindez az alginittel talajba juttatott szerves és ásványi kolloidoknak tulajdonítható, melyet az is igazol, hogy a talaj Arany-féle kötöttsége 30,2-ről 31,6-ra nőtt átlagosan az alginit kezelés nyomán igazolhatóan (SzD_{5%} = 0,4).

2. A N x alginit kezelések hatása a talaj egyes kémiai tulajdonságaira

A 2012. évi talajvizsgálatok eredményei is alátámasztják, hogy a N-terheléssel kontroll talajon lecsökkent a pH, a talaj drasztikusan elsavanyodott az elmúlt fél évszázad alatt. Ezzel együtt mérséklődött a kation cserélő kapacitás (T-érték vagy CEC) és ezen belül a bázisok összege, az S-érték. Az alginit kezelésben az átlagos pH (H₂O) 5,20-ról 6,66-ra, a pH (KCl) értéke a 3,87-ről 6,16-ra ugrott. A savanyú homoktalaj semleges kémhatásúvá vált gyakorlatilag. Az elektromos vezetőképesség (EC) megháromszorozódott, közel háromszorosára nőtt a CEC és az S-érték is. A talaj bázistelítettsége 53%-ról 74%-ra emelkedett (4. táblázat).

A hatalmas változásokat jelzi a kicserélhető kationok egymáshoz viszonyított arányának módosulása. A 150 kg·ha⁻¹·év⁻¹ N-kezelésben a Ca²⁺ aránya 35%-ra zuhant, ezzel együtt emelkedett a toxikus Al³⁺ és Fe²⁺ mennyisége. Az alginit leszántásával a Ca²⁺ részaránya a semleges talajokra jellemző 80%-ra nőtt, míg a mérgező Al és Fe ionok aránya 1/10-ére, ill. 1/4-ére esett. A 100 t·ha⁻¹ alginit alkalmazása tehát a savanyú homoktalaj meliorációját, kémiai átalakítását jelentheti (5. táblázat).

4. táblázat: A N és alginit kezelések hatása a szántott rétegben mért talajtulajdonságokra, 2012 (Kovárványos barna erdőtalaj, savanyú homok, Nyírlugos)

N-adag kg·ha ⁻¹ ·év ⁻¹	pH (H ₂ O)	pH (KCl)	Hidrolitos aciditás (y ₁)	CEC	Bázisösszeg	Bázis telítettség,%
				mgeé/100 g		
<i>Alginit nélkül (kontroll)</i>						
0	5,69	4,17	7,5	2,0	1,1	54
50	5,22	3,88	9,3	2,1	1,1	52
100	5,00	3,77	12,4	1,8	1,0	54
150	4,89	3,67	12,3	1,5	0,8	51
<i>Alginit 100 t·ha⁻¹</i>						
0	6,75	6,25	5,1	3,4	2,5	74
50	6,76	6,26	5,3	4,5	3,5	77
100	6,67	6,23	6,6	3,5	2,6	74
150	6,49	5,92	7,3	2,9	2,0	70
SzD _{5%}	0,25	0,36	2,8	1,2	0,7	12
<i>N-kezelések átlagában</i>						
Kontroll	5,20	3,87	10,4	1,3	1,0	53
Alginit	6,66	6,16	6,1	3,6	2,6	74
SzD _{5%}	0,13	0,18	1,4	0,6	0,4	6

Megjegyzés: EC ms/cm 21-ről 67-re nőtt az alginit kezeléssel igazolhatóan. Az K_A értéke 30,2-ről 31,6-ra emelkedett ugyanitt

5. táblázat: A N x alginít kezelések hatása a kicserélhető kationok arányára a szántott rétegben, 2012 (Kovárványos barna erdőtalaj, savanyú homok, Nyírlugos)

N-adagok kg·ha ⁻¹ ·év ⁻¹	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	Fe ³⁺	K ⁺	Együtt
	S-érték %-ában					
<i>Kontroll</i>						
0	61	12	18	6	3	100
50	55	14	17	8	6	100
100	40	12	21	15	2	100
150	35	12	24	22	7	100
<i>Alginít 100 t·ha⁻¹</i>						
0	82	13	2	2	1	100
50	78	14	1	5	2	100
100	80	14	2	3	1	100
150	78	15	3	3	1	100
SzD _{5%}	24	6	4	6	4	
<i>N-kezelések átlagában</i>						
Kontroll	48	13	20	13	5	100
Alginít	80	14	2	3	1	100
SzD _{5%}	12	3	2	3	2	
F-érték	***	N	***	***	***	

F-érték: *95, **99, *** 99,9% szignifikancia

3. A N x alginít kezelések hatása a talaj szántott rétegének NH₄-acetát+EDTA oldható elemtartalmára

Az NH₄-acetát+EDTA oldható elemtartalom fontos jellemző az agronómiai és környezetvédelmi vizsgálatokban. Utal az elem mobilitására, potenciális felvehetőségére a növény által, illetve az adott elem hiányára vagy túlsúlyára. A 6. táblázat adatai összhangban a 4. és 5. táblázatokban korábban bemutatott eredményekkel, tükrözik a tartós nagymérvű N-trágyázás hatását a feltalaj Ca és Mg vesztésére/kiürülésére, valamint a káros Fe és Al akkumulációjára. A N-kezelések átlagait tekintve, az alginít beszántásával (mely kb. 5 t·ha⁻¹ elemi Ca-mal gazdagította a feltalajt) az oldható Ca-készlet közel 5-szörösére dúsult. Nőtt a kezelt talaj oldható K, Mg, P elemekben való gazdagsága is. A nemkívánatos oldhatósága némileg visszaesett.

Megfigyelhető, hogy a nagy N-terheléssel/elsavanyodással már a fontosabb mikroelemek talajbani készlete is lecsökkent, a feltalaj pl. Mn, Na, Ba, Sr, Ni elemekben is elszegényedett. Az alginít kezeléssel az említett elemek e módszerrel kimutatott készlete megnőtt. Kiugróan a Sr-tartalom emelkedett, közel 5-szörösére. Ismert, hogy a Sr a Ca kísérőeleme. A kőzetekben és talajokban a Ca-nak mintegy 1%-át teheti ki. Az alginitre is ez a 100 körüli Ca:Sr arány jellemző. A kezelésektől függetlenül átlagosan a Co 0,25 mg·kg⁻¹, Cr 0,10 mg·kg⁻¹, Mo és Cd 0,01 mg·kg⁻¹ körüli értéket mutatott (6. táblázat).

6.táblázat: Alginit kezelés hatása a talaj szántott rétegének NH₄-acetát+EDTA oldható elemtartalmára a N-kezelések átlagában, 2012 (Kovárványos barna erdőtalaj, savanyú homok, Nyírlugos)

N-kezelések átlagában	Ca	K ₂ O	Mg	Ba	Sr	Ni
	mg·kg ⁻¹					μg·kg ⁻¹
Kontroll	154	50	18	3,6	0,9	125
Alginit	730	62	104	4,8	4,4	330
SzD _{5%}	116	5	12	0,5	0,6	27
F-érték	***	***	***	***	***	***

Megjegyzés: Fe 120, Al 105, P₂O₅ 101, S 8, Na 7, Zn 0,6-0,9 mg·kg⁻¹, Co 250, Cr 100, Mo 20, Cd 10 μg·kg⁻¹ a kezeléstől függetlenül

4. A N x alginit kezelések hatása a tritikále termésére

A tritikále növényállományának fejlődését 1-5 skálán szemrevételeztük (bonitáltuk) három ízben a tenyészdíó folyamán: bokrosodásban, virágzásban és aratáskor. Megállapítható volt, hogy az alginit a tritikále fejlődését egyre kifejezettebben segítette, különösen a 150 kg·kg⁻¹·év⁻¹ N-kezelésben, mely a vizsgált 50 év alatt drasztikusan elsavanyodott és terméketlenné vált. Az alginit kezelést követő első éves tritikále vetése után (2011.10.14.) egy hónapon át eső nem esett, a kelés elhúzódott. Ekkor még az alginit kedvező hatása sem érvényesülhetett.

7.táblázat: N x Alginit kezelések hatása a tritikále magasságára és légszáras tömegére aratáskor 2012-ben (Kovárványos barna erdőtalaj, savanyú homok, Nyírlugos)

N-adag kg·ha ⁻¹ ·év ⁻¹	Magasság cm	Szem	Melléktermés	Együtt	Melléktermés	Szemsúly
		t·ha ⁻¹			szem	g/100 kalász
<i>Kontroll</i>						
0	49	1,30	1,57	2,87	1,2	35
50	60	1,86	2,44	4,29	1,3	54
100	62	2,15	2,54	4,70	1,2	65
150	55	1,18	1,74	2,92	1,5	31
<i>Alginit 100 t·ha⁻¹</i>						
0	56	2,01	2,36	4,37	1,2	58
50	63	3,31	3,75	7,06	1,2	81
100	68	3,87	4,52	8,39	1,2	97
150	64	3,38	3,93	7,31	1,2	76
SzD _{5%}	8	0,72	0,72	1,40	0,2	18
<i>N-kezelések átlagában</i>						
Kontroll	57	1,62	2,07	3,69	1,3	46
Alginit	63	3,14	3,64	6,78	1,2	78
SzD _{5%}	4	0,36	0,36	0,70	1,0	9
F-érték	**	***	***	***	**	***

Legnagyobb növénymagasságot és terméstömeget a 100 kg·ha⁻¹/év N-adagok biztosították a kontroll talajon. A N-hatások a vegetatív és a generatív fázisban (melléktermésben és a kalázonkénti szemtömegben, illetve 1000-szem tömegben) egyaránt ehhez a N-adaghoz kötődtek. A 150 kg·ha⁻¹/év kezelésben, ahol a talaj leginkább elsavanyodott az elmúlt évtizedekben, igazolhatóan csökkent a növénymagasság és terméstömeg depresszió lépett fel. A melléktermés (szalma+pelyva) tömege azonban kevésbé kifejezetten mérséklődött, mint a főtermésben, így a melléktermés/főtermés aránya tágult, az úgynevezett „harvest index” mutatója romlott. Az alginit leszántásával igazolhatóan nőtt a növényállomány átlagos magassága, csaknem megkétszereződött a szemtermés és az összes földfeletti biomassa tömege 3,7 t·ha⁻¹-ről 6,8 t·ha⁻¹-ra emelkedett. A harvest index pedig javult, döntően a szem g/kalász, illetve 1000-szem tömegmutató ugrásszerű emelkedésével (7. táblázat).

Tapasztalataink szerint az extrém nedves, csapadékos évek és az extrém száraz, vízhiányos évek egyaránt drasztikus termés-csökkenéshez vezethetnek. A túl nedves időszakban az állomány kiritkul, fellépnek a szártó-betegségek, gombakártevők és elszaporodnak a gyomok. A nyári forró hónapokban viszont homoktalajon gyorsan fellép a vízhiány és „kisülhet” a növényzet. A 2012. évben részben, 2013-ban azonban egyaránt érvényesült a túlbő csapadék (vegetatív fázis) és a vízhiány (generatív fázis) pusztító hatása. Az időjárás eltérően hat a tenyészidő során a terméselemek képződésére (tőszám keléskor, kalászsám bokrosodáskor, ezermagtömeg érés idején). A kedvező időjárás a generatív fázisban növelheti az 1000-mag tömeget némileg ellensúlyozva pl. a vegetatív fázis negatívumait. Vagy fordítva.

8. táblázat: A N x Alginit kezelések hatása a tritikále magasságára, légszáraz tömegére és a légszáraz gyomtömege aratáskor 2013-ban (Kovárványos barna erdőtalaj, savanyú homok, Nyírlugos)

N-adag kg·ha ⁻¹ ·év ⁻¹	Magasság cm	Szem	Melléktermés	Együtt	Melléktermés	Gyom t·ha ⁻¹
		t·ha ⁻¹			szem	
<i>Kontroll</i>						
0	44	0,73	1,47	2,20	2,1	1,1
50	36	0,49	1,25	1,74	2,7	1,0
100	39	0,54	1,34	1,88	2,6	1,0
150	38	0,38	1,10	1,48	3,6	0,9
<i>Alginit 100 t·ha⁻¹</i>						
0	47	0,93	1,83	2,76	2,0	1,1
50	43	0,69	1,70	2,38	2,5	1,1
100	50	0,76	1,68	2,43	2,5	1,7
150	49	0,89	2,11	3,00	2,4	1,2
SzD _{5%}	5	0,30	0,46	0,73	1,1	0,5
<i>N-kezelések átlagában</i>						
Kontroll	39	0,53	1,29	1,82	2,7	1,0
Alginit	47	0,81	1,83	2,64	2,4	1,3
SzD _{5%}	3	0,15	0,23	0,37	0,6	0,3
F-érték	***	***	***	***		*

A negatív és pozitív hatások össze is adódhatnak. Termés a hatások eredőjeként alakul ki! Amint a 8. táblázat tanúsítja, az alginít 2013-ban nem tudta kifejteni látványosan pozitív hatását, bár a hatások igazolhatók. A szemtermés $1 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ alatt maradt, a föld feletti tritikále biomassza $1,5\text{-}3,0 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ között változott. A légszár az gyomtömeg aratás idején a tritikále földfeletti légszár tömegének kb. 50%-át tette ki. Megemlítjük, hogy a kísérletben vegyszeres gyomirtást nem alkalmaztunk.

A 2014. év kedvezett a tritikále fejlődésének. Rendkívül kifejezett N-hatások érvényesültek ebben a csapadékos évben. Az alginít kezelések látványosan tovább növelték a N-trágyázás hatékonyságát. A N + alginít együttes alkalmazása nyomán a tritikále szem és szalma termése megötszöröződött elérve a $10,5 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ légszár biomassza tömeget a $150 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{év}^{-1}$ N-trágyázott parcellákon. A légszár az gyomtömeget az alginít kezelés némileg növelte, míg a kontroll talajon a N-kínálattal járó nagyobb tritikále termés a gyomosodást láthatóan mérsékelte (9. táblázat).

9. táblázat: A N x Alginít kezelések hatása a tritikále magasságára, légszár tömegére és a légszár az gyomtömege aratáskor 2014-ben (Kovárványos barna erdőtalaj, savanyú homok, Nyírlugos)

N-adag $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{év}^{-1}$	Magasság cm	Szem	Melléktermés	Együtt	Melléktermés	Gyom $\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$
		$\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$			szem	
<i>Kontroll</i>						
0	40	0,44	0,67	1,10	1,3	1,8
50	51	0,62	1,36	1,97	2,2	1,2
100	54	0,62	1,85	2,47	3,2	1,0
150	62	1,85	3,70	5,55	2,0	0,8
<i>Alginít $100 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$</i>						
0	43	0,68	1,09	1,77	1,6	2,0
50	62	1,60	3,46	5,05	2,4	1,4
100	61	1,51	2,67	4,18	1,9	2,2
150	72	3,81	6,73	10,54	1,8	1,1
SzD _{5%}	10	0,84	1,18	1,84	1,0	0,9
<i>N-kezelések átlagában</i>						
Kontroll	52	0,88	1,89	2,77	2,2	1,2
Alginít	59	1,90	3,49	5,39	1,9	1,7
SzD _{5%}	5	0,42	0,60	0,94	0,5	0,5
F-érték	**	***	***	***		

5. A N x alginít kezelések hatása a szalma és a szem elemtartalmára

Amint a 10. táblázatban látható, a 2012-ben végzett elemösszetétel vizsgálatok alapján a kontroll talajon a N-kínálat emelkedésével (pH csökkenésével, az elsavanyodással) a K betöményedik, míg a Mg hígul a szalmában. A növényi Mn-felvétel és a pH ismert összefüggését tükrözi a Mn akkumulációja az elsavanyodó talajon. Az alginít kezelés eredményeképpen nő a Ca és Mg, illetve visszaesik a Mn

a szalmában (meszezőhatás). Emlékeztetőül, a 100 t·ha⁻¹ leszántott alginit elemzéseink szerint 15,4 t·ha⁻¹ CaCO₃ egyenértéket képviselt, tehát egy melioratív meszezést jelentett. A bevitt S mennyisége 124 kg·ha⁻¹ volt. A szalma S-tartalma 0,07%-ról 0,12%-ra nőtt az alginit hatására.

10. táblázat: Alginit kezelés hatása a légszáraz tritikále szalma és mag elemtartalmára aratáskor 2012-ben a N-kezelések átlagában (Kovárványos barna erdőtalaj, savanyú homok, Nyírlugos)

SZALMA						
N-kezelések átlagai	K	Ca	Mg	P	S	Mn
	%					mg·kg ⁻¹
Kontroll	0,80	0,18	0,06	0,10	0,07	221
Alginit	0,71	0,23	0,13	0,11	0,12	126
SzD _{5%}	0,10	0,04	0,02	0,02	0,02	44
F-érték		**	***		***	***
N-kezelések átlagai	Zn	Ba	Cu	Ni	Mo	Co
	mg·kg ⁻¹					µg·kg ⁻¹
Kontroll	16,6	19,7	5,2	3,0	0,39	164
Alginit	12,6	10,7	4,6	2,1	1,42	103
SzD _{5%}	2,2	2,3	0,5	0,7	0,50	37
F-érték	**	***	*	*	***	**
MAG						
N-kezelések átlagai	Mg	Mn	Zn	Ba	Mo	Cd
	%	mg·kg ⁻¹			µg·kg ⁻¹	
Kontroll	0,11	90	36	2,4	200	27
Alginit	0,14	42	32	0,4	889	63
SzD _{5%}	0,02	13	3	0,6	184	8
F-érték	***	***	**	***	***	***

Megjegyzés: a szalmában Al 127, Fe 136, Na 18, Sr 14, B 5 mg·kg⁻¹; Cr 225, Cd 105 µg·kg⁻¹ átlagosan a kezeléstől függetlenül. A magban Se 600, As 400, Pb 300, Ni 200, Hg és Cr 100, Co 40 µg·kg⁻¹ kimutatási határ alatt

Ami a mikroelemeket illeti. A N-kínálattal, illetve az erősödő savanyodással emelkedett a Zn, Ba és a Co, illetve mérséklődött a Mo koncentrációja a szalmában. A mészhatású alginit a N-kezelések átlagában csökkentette a Zn, Ba, sőt a Cu, Co és Ni akkumulációját is. A Mo közismerten lúgos közegben válik mobilissá, molibdenát anionként könnyebben felvehető a növények számára. A nyírségi talaj Mo-szolgáltatását tehát javíthatja az alginites kezelés, mely agronómiai és élettani/takarmányozási szempontból előnyös lehet. Megemlítjük, hogy a kezelésektől függetlenül az Al 127, Fe 136, Na 18, Sr 14, B 5 mg·kg⁻¹, míg a Cr 225, Cd 105 µg·kg⁻¹ átlagos tartalmat mutatott. A Se 0,12; Hg 0,10; As 0,08; Sn 0,05 mg·kg⁻¹ kimutatási határ alatt volt (10.táblázat).

A szem genetikailag védettebb, a kezeléshatások kevésbé kifejezettek. A kontroll talajon érdemben nem változott a N-kínálattal a K, P, S, Mg, Ca makroelemek koncentrációja. A Mn-akkumuláció viszont itt is kifejezett a szalmához hasonlóan. Az alginit alkalmazása (mészhatása) tükröződik az emelkedett Mg és Ca, illetve csökkenő Mn tartalmakban. Némileg nőtt a szemtermés S-készlete is, de statisztikailag egyértelműen nem bizonyítható.

Kontroll talajon a N-kínálattal (elsavanyodással) nagyobb Zn, Fe, Ba, illetve kisebb Mo tartalmakat mérünk. Az alginit-trágyázással, amint a N-kezelések átlagai mutatják, mérséklődött a Cd és 4-szeresére ugrott a Mo beépülése. Az As, Co, Cr, Hg, Ni, Pb, Se elemek koncentrációja a kimutatási határ alatt maradt (10.táblázat).

6. Következtetések, tanulságok

További egzakt kísérletekkel kellene feltárni az alginit alkalmazásának lehetőségeit pl. a szennyvizek, szennyvíziszapok, hígtrágyák stb. kezelésében, azok mezőgazdasági alkalmazását elősegítve. Károkat okozhat ugyanakkor, ha egyféle csodaszernek minősítve az alginitet, kereskedelmi érdekből vezérelve misztikus hatásokkal ruházzák fel. Tudományosan nem igazolt és nem publikált/ellenőrzött kísérletek és vizsgálatok nélkül. Üzleti érdekből vezérelve (nem tudományos írásokban) az alábbi állítások szerepeltek pl. (Alginit 1999):

- Az ásvány humuszanyagainak specifikus biokémiai, növényi növekedést serkentő hatása van (?)
- Az ásvány egyszeri ajánlott adagja már az első évben 20-30%-kal növeli a talaj termékenységét (?), fokozza a termés biztonságát, korábbi érést és jobb minőséget eredményez.
- Alkalmas a szerves trágyák kiegészítő kezelésére, azok helyett (?) túladagolás veszélye nélkül teljes értékűen használható.
- Porított alginittel permetezett szőlőben 50%-kal csökkent a peronoszporafertőzés. Zöldségeknél 40-50%-kal javult az egészségesebb termés aránya és 10-15%-kal nőtt a termés (?)
- A kísérletek igazolták (?) azt a hipotézist, hogy az alginit nemcsak akár 30-80%-os terméstöbbletet adhat, de a növényi sejtfal erősítésével betegség/kártevőkkel szemben is ellenállóvá tesz.
- Az ammóniával telített alginit a búza száraz tömegét 70%-kal növelte barna erdőtalajon (?).

Nos. Nem ismertek ki állítja ezeket, ki vizsgálta, milyen körülmények között. Így pl. az utóbbi esetben amikor a búza száraz tömege 70%-kal nőtt. Ebből mennyit volt a N-hatás (ammónia), mennyi az alginit hatása, illetve mekkora lehetett az esetleges alginit x ammónia kölcsönhatás? Az olvasó vagy elhiszi a termékismertető állításait, vagy nem.

Összefoglalás

A nyírlugosi savanyú homoktalajon 53 évvel ezelőtt beállított tartamkísérletben vizsgáltuk az alginít ásvány talajra és a tritikále növényre gyakorolt hatását 3 éven át, 2012-2014. években. Az alginít adagja $100 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ volt melyet 0, 50, 100, $150 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{év}^{-1}$ N-trágyázási parcellákra juttattuk ki 2011 őszén. Az eredeti $5 \times 10 = 50 \text{ m}^2$ területű parcellákat megfeleztük, a parcellák alginittal nem kezelt fele szolgált kontrollként. A 4N + 4N (alginittal) = 8 kezelés x 4 ismétlés = 32 parcellás kísérletet adott. Főbb eredmények:

1. Talajfizikai méréseink szerint az alginít kezelések nem módosították a talaj összporozitását, a vízkapacitást. A szabadföldi vízkapacitás azonban átlagosan 4,4%-kal nőtt, bár nem szignifikánsan. A kötöttség K_A 30,2 értékről 31,6 értékre emelkedett igazolhatóan.

2. Alginittal kezelt parcellákon a pH(KCl) 3,9-ről 6,2-re; CEC 1,3-ről 3,6-ra; EC ms/cm 21-ről 67-re; a báziseltétségi 53%-ról 74%-ra nőtt, míg a hidrolitos aciditás 10-ről 6-ra mérséklődött az első év után.

3. Alginittal kezelt parcellákon az NH_4 -acetát+EDTA oldható Ca 154-ről 730-ra; K_2O 50-ről 62-re; Mg 18-ről 104-re; Sr 0,9-ről 4,4 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$; Ni 125-ről 330 $\mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ értékre emelkedett.

4. Mindhárom kísérleti évben nőtt a tritikále szem és szalma termése. Alginít kezelés a hozamokat általában megkétszerezte, főként a N-nel jól ellátott $150 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{év}^{-1}$ parcellákon, melyek elsavanyodtak és Ca, Mg, K, P elemekben is elszegényedtek.

5. Alginittal kezelt parcellákon nőtt a tritikále mag Mg, Mo, Cd, illetve csökkent a Mn, Zn, Ba felvétele. A szalma Ca, Mg, S, Mo koncentrációja emelkedett, míg a Mn, Zn, Ba, Cu, Ni, Co elemek beépülését az alginít gátolta.

6. Az alginít hasonló savanyú homokok meliorációjára alkalmas ásvány, mely bőséges N-kiegészítés mellett megszüntetheti e talajok savasságát, javítja a víztároló kapacitásukat, kolloidkészletüket, tápelemekben való gazdagságukat, aszálytűrő képességüket, összefoglalóan a termékenységüket.

Irodalom

1. ALGINIT (1999): Talajjavító, kondicionáló ásvány. Lelőhelye: Magyarország. Alginít Kitermelő és Értékesítő Kft. Budapest. 8 p.
2. BANOS J. (1999): Több tízmilliárdos vagyon parlagon. Napi Magyarország. Gazdaság. 1999. Január 4. Évszázadokig tartó kincsünk az alginít. 1 p.
3. BARANYAI F., FEKETE A., KOVÁCS I. (1987): A magyarországi talaj tápanyagvizsgálatok eredményei. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
4. BASCOMB, C. (1964): Rapid method for the determination of cation exchange capacity of calcareous and noncalcareous soils. J. Soil Sci. Food Agri. 15:821-823.
5. HELAL M.I.D. (2010): Alginít field trial in Egypt in the year 2010. Final Report. Terra Natural Resource GmbH. Germany and Switzerland. 14 p.

6. KÁDÁR I, SZEMES I, LOCH J, LÁNG I. (2011): A nyírlugosi műtrágyázási tartamkísérlet 50 éve. MTA Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézet. Akaprint. Budapest.
7. LAKANEN, E. - ERVIÖ, R. (1971): A comparison of eight extractants for the determination of plant available microelements in soils. Acta Agr. Fenn. 123:223-232.
8. LÁNG I. (1963): A homoktalajok műtrágyázásának kérdései. MTA Agrártud. Oszt. Közlem. 22: 431-434.
9. MSzHK (2009): Gércei alginít forgalomba hozatali és felhasználási engedélye. Mezőgazdasági Szakigazgatási Hivatal Központ. Növény, Talaj és Agrárkörnyezetvédelmi Igazgatóság. 2009. Szeptember 8. Budapest. 8 p.
10. REX, M. & SCHERER, H. (2010): Impact of Alginít enrichments of a sandy soil on the soil and plant properties in a vegetation pot experiment. Repot of resuts. Agric. Res. Station Kamperhof. Duisburg. Institute of Crop Science and Resource Conservation-Plant Nutrition. Univ. Bonn. 29 p.
11. SOLTI G. (1999): Az alginít. ZELBA Kft. Hungary-Magyarország. Piliscsaba. Budapest. 7 p. Kézirat. MTA ATK Talajtani és Agrokémiai Intézet. 1999. Január
12. TNR GMBH (2010): ALGINIT –DATA SHEET AND SPECIFICATION. Terra Natural Resources GmbH. Switzerland. Termékismertető. 2 p. [www. Alginít.com](http://www.Alginít.com)

EFFECT OF GÉRCE ALGINIT ON THE FERTILITY OF AN ACID SANDY SOIL

Introduction

Alginit is an oil shale rock containing high organic matter which was formed 3-4 million years ago from fossil/buried and petrified algae biomass and decayed tufa. At that time after the calming down of heavy volcanic activities craters (tufa rings, maars) were formed. The water of the upper Pannonian inland sea leaked into the basin of the craters. Green algae (*Botryococcus brauni*) and other plants/animals proliferated in the nutrient-rich, low salinity waters of the crater lakes which resulted in eutrophication. Mortified in anaerobic conditions they accumulated at the bottom of the lake as a sapropelic mud (SOLTI 1999).

The name “alginit” indicates its algae biomass origin. Sixty-four elements were identified from the alginit rock, which are mostly located in the inorganic bounds of the triple layered silicates, as well as in organic or chelate bounds of humus materials. Clay minerals (smectite, illite), carbonates (calcite, dolomite) as well as amorphous quartz and silica dominate among the mineral components. In smaller amounts gypsum, plagioclase, K-feldspar, siderite, geothit, pyrite and magnesite can also be found. Within the framework of the mapping research program of the Geological Institute of Hungary (MÁFI) Gábor Solti explored onetime volcanic craters buried with alginit and basalt bentonite in 1974 (SOLTI 1999).

According to present knowledge it can be found exclusively in the Carpathian Basin. The alginit property is approximately 150 million tons. Opencast mining is economical at three locations. The stock of these three mines gives about the 90% of the total resource. Two mines operate in Hungary. The most significant mine is located in GÉRCE, which has about 80% of the whole property. According to drillings made in the last years, at this place alginit forms an average 40-60 m thick layer on the surface of about 200 hectares with 100 million tons of recoverable reserves. The mine currently operates on 16 hectares.

Soil Protection Lab of MSZH (Hungarian Agricultural Office) in Tanakajd analysed three alginit samples in 2009. Average compositions of the samples were as below: moisture 37%, CaCO₃ 15%. Microelements/heavy metals: Pb 93, Cr 62, Cu 22, Ni 21, Co 20, As 10, Se < 0.5; Cd < 0.2 and Hg < 0.1 mg·kg⁻¹ in dry matter. The Center of the Hungarian Agricultural Office licensing authority has granted the permission for commercial use and instructions, since the product does not have hazardous component, hazardous waste or other risky materials above the permitted limit values. According to the required quality criteria of the permission, the alginit as a soil improving material is brown, odourless, moist and soil-like material. Parameters: maximum 40% moisture, at least 14% CaCO₃ and organic material. As an upper limit concentration it can contain 100 Cu, Cr and Pb; 50 Co and Ni; 10 As; 5 Se; 2 Cd and 1 mg·kg⁻¹ Hg element in the dry matter. It can be used for amelioration of acid soils and as an additive for growing mediums until 08 September 2019 the validity period of the permission (MSZHK 2009).

According to analyses of the UNIVERSITY OF BONN DEPARTMENT OF SOIL SCIENCE AND NORD-WEST LUFA the alginite from G rce contains 52% clay, 42% silt and 6% sand. After the breakdown of carbonates and humus materials, clay falls to its half, i.e. 26%, while the silt fraction rises to 67%. The clay decrease is due to the disappearance of the fine structured lime from alginite. 1 m³ alginite can retain about 600 kg water from which about 400 litres remain available for plants. According to X-ray diffraction analysis clay minerals are represented as follows: smectite 50%, illite 40%, chlorite / vermiculite 10%. The expanding smectite can improve the water-holding capacity of the rock. Organic matter content may vary from 6-19%. However, C/N ratio is above 30, the organic material is stable with long half-life. CaCO₃ content can reach 20%, and CEC 35 mol·kg⁻¹ value. These properties may be particularly advantageous to ameliorate acidic sandy soils with poor water and nutrient supply and without structure. According to the 2 pages brochure “due to the genetics the mineral is heterogeneous, thus accurate composition and quality can not be determined“ (TNR GMBH 2010).

Effect of G rce alginite was studied in Germany on the properties of an acidic sandy soil and on spinach growing in 6 kg Mitscherlich pots with uniform additional NPKMgS fertilization. Alginite was mixed with soil in 0, 10, 15, 20 m/m% levels. Cation exchange capacity (CEC) of the soil increased to 2, 26, 38, 44 cmol·kg⁻¹ respectively with the doses, thus the increment was 10-20-fold. Shoot and root mass of spinach increased by 20-30%. In particular, the mass of fine, long roots became significant. Overall, a more stable soil structure has been established, water and nutrient use efficiency of plants became more favourable. The pH of the soil elevated and water storage capacity increased by 7-10%. According to leaching tests, higher amounts of Ca, Mg, K, Ni left with the percolating water from the alginite treated soil, while the amount of P decreased with increasing alginite doses. Unfortunately, composition and quality characteristics of alginite are not published by the authors (REX and SCHERER 2010).

A micro plot field experiment was set up on raw calcareous sandy soil with uniform NPK fertilization in Egypt in order to study the ameliorative effects of alginite. Alginite treatment was 0, 4, 8, 16 kg·m⁻², that is 0, 40, 80, 160 t·ha⁻¹ application rate. The established grass was irrigated every day from May till September. Under similar conditions 8-10 kg·m⁻², i.e. 80-100 t·ha⁻¹ finely ground alginite is recommended mixed with soil to a depth of 10 cm. Due to the treatments, structure and water-holding capacity of sandy soil improved. Longer and finer grass roots were formed, which interweaved the soil better and thus stimulated the uptake of nutrients and water. Plant available water content increased from 6% to 10%, while the water storage capacity raised from 120 to 150 m³·ha⁻¹, thus the increment was 12-15 mm·ha⁻¹. Mixed into 10 cm layer, so with higher alginite ratio the treatment was more efficient compared to the distribution in 20 cm. Finely ground fraction of alginite below 2 mm was also more advantageous, noted by the author. The composition of alginite was again not published (HELAL 2010).

Comparison of the characteristics of alginite, communal compost from G d ll , sandy soil from Nyírlugos and loamy soil from Nagyhörcsök is shown in Table 1. Alginite may contain extreme amount of clay, which is also indicated by the high K_A value (water-holding capacity). In addition, its CaCO₃ and organic matter content

are also outstanding. However it does not supply N for the plants, since it has extremely high C/N ratio. Thus the application requires additional N supply, as it can be ineffective without N. It is misleading to state that “alginite application ensures a complex supply of macro- and microelements in the soil for the development of plants ... Alginite could substitute for fertilizers and also compensate the lack of organic manures” (BANOS 1999).

Table 1: Comparison of the characteristics of alginite, communal compost from Gödöllő, sandy soil from Nyírlugos and loamy soil from Nagyhörcsök (Institute for Soil Science and Agricultural Chemistry, CAR, HAS)

Analysed characteristics	Alginite mineral	Communal compost	Sandy soil Nyírlugos	Loamy soil Nagyhörcsök
pH (H ₂ O)	7.0-7.8	7.0-8.0	4.8-5.8	7.8-8.1
pH (KCl)	6.9-7.4	6.0-7.0	4.0-4.2	7.5-7.7
Sand %	10-20	60-65	86-92	15-20
Silt %	40-50	20-25	5.0-9.0	55-60
Clay %	40-50	10-15	3.0-5.0	20-25
Water-holding cap. (K _A)	60-90	-	23-25	38-40
CaCO ₃ %	5-20	5-8	-	3-5
Humus %	5-13	30-40	0.5-0.8	2-4
„Total” salt %	0.2-0.4	0.4-0.6	<0.02	0.02
Total N %	0.1-0.4	1.0-3.0	<0.05	0.1-0.2
C/N ratio	30-180	7-8	-	10-15

Undoubtedly, slightly alkaline or neutral pH, large amount of Ca and Mg (and in some cases K, S and P) content as well as water storage capacity and richness in organic and mineral colloids of alginite makes suitable for improvement of the quality and fertility of acid, loose-structure, colloid-arm sandy soils. Alginite can also improve the water- and nutrient supply characteristics with the addition of N fertilizer. Drought tolerance of plants can be enhanced. Due to its colloidal structure alginite can bind the soil contaminants (detoxification), and may hinder their leaching and access to ground water. On acid sandy soils, the liming, pH-increasing and colloid-enhancing effects of alginite are expected when it is applied in ameliorative doses.

Limiting factors of the utilization of alginite:

- Have to be transported, applied and manipulated in large quantities (10-100 t·ha⁻¹)
- The mined, deposited, “ready to sell” alginite has an average of 20-25% moisture content.

- In Hungary the soils of Nyírség and inner Somogy regions should be meliorated. These are the poorest regions of the country, so the operation requires financial support from the government.
- Ni content of alginite can reach or in some cases exceed the permitted $50 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ D.M. limit value.

This latter fact has no agronomical, physiological or environmental impact, since in this calcareous medium this element will not be mobilized and uptaken by plants.

Materials and Methods

One of the oldest long-term field experiment in Hungary is in the Nyírség region, in Nyírlugos which was set up by LÁNG (1963) on acidic sandy brown forest soil with thin interstratified layers of colloid and sesquioxide accumulation called “kovárvány”. Effects of five elements were studied in the experiment: N, P, K, Ca elements at 4-4 and Mg at 3 levels. The forms of fertilizers applied were Calcium-ammonium-nitrate, superphosphate, muriate of potash, ground limestone and dolomite powder. Number of treatments are 32 with 4 replications giving a total of 128 plots. Size of the plots are $5 \times 10 = 50 \text{ m}^2$ arranged in randomized factorial block design. Originally the number of plots were 512, because earlier the effects of different varieties and plough depth were also studied. Triticale is grown in monoculture since 1991 in the experiment. The conditions and the lessons learned from the 50 years of the experiment were described more detailed in a book published recently (KÁDÁR et al. 2011).

The alginite was applied one time in $100 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ ameliorative amount at four different N doses which were 0, 50, 100, $150 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{year}^{-1}$ N-treatments of the long-term experiment. Soil of these plots were acidified and depleted in Ca, Mg, K, P elements due to the increasing N fertilization. The 50 m^2 sized plots were halved and the $5 \times 5 = 25 \text{ m}^2$ half-plots were treated with $100 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ that is 250 kg/plot alginite in 2011 autumn. The application was made evenly by hand and the material was mixed with ploughing and disking into the soil. The half-plots without alginite treatment served as control. Thus $4 \text{ N} \times 4$ replications = 16 treatments with alginite, as well as $4 \text{ N} \times 4$ replications = 16 treatments without alginite gave together an experiment with 32 plots.

Statistical evaluation of the collected data was based on two-factor multivariate analysis of variance, whereby the effects (independent variables) were the different doses of the applied alginite and nitrogen.

1. Characterization of the applied alginite

The applied alginite contained 15% moisture, 15% CaCO_3 and 4.6% organic material. Total-N: 0.15%, K_A : 63, AL- K_2O : 386, AL- P_2O_5 : $216 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$. Estimated C/N ratio was about 180. Ameliorative amount of $100 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ alginite was applied one time in order to study the effect on the physical and water management characteristics of the soil as well. Table 2 shows the aqua regia soluble „total” and NH_4 -acetate+EDTA soluble „mobile” element content of the applied alginite as well

as the % proportion of the mobile fraction compared to “total”. Soil load of the 100 t·ha⁻¹ dose is also shown in kg·ha⁻¹ unit.

The applied alginite contained about 5% Ca; 3.6% Al; 2.9% Fe; 1.9% Mg; 0.82% K; 0.15% P; 0.12% S elements. Aqua regia soluble Ni exceeded the 50 mg·kg⁻¹ D.M. limit value. Concerning chemical solubility (which is not linked directly to plant availability), 92-70% mobile fraction ratio of Cd, Ca, Sr, Mn in descending order is conspicuous. They are followed by S, Na, Pb, Cu, Mg, Ba with 57-30% mobile fraction ratio. Ni and Co amounts only 19-18%. Mobile fractions of the other elements remain below 10%. Mobile fraction is about 1% or less in the case of Al, Cr, B elements built into the crystal lattices (Table 2).

Table 2. Aqua regia soluble „total” and NH₄-acetate+EDTA soluble „mobile” element content of the applied alginite as well as the soil load of the 100 t·ha⁻¹ dose (Nyírlugos long-term field experiment, Nyírség region, 2011)

Element	Unit	Aqua regia soluble	NH ₄ -acetate +EDTA soluble	Mobile % of the total	Soil load kg·ha ⁻¹ *
Ca	mg·kg ⁻¹	49942	43965	88	4245
Al	mg·kg ⁻¹	36026	68	<1	3062
Fe	mg·kg ⁻¹	28501	934	3	2423
Mg	mg·kg ⁻¹	19188	6969	36	1631
K	mg·kg ⁻¹	8166	466	6	694
P	mg·kg ⁻¹	1501	35	2	128
S	mg·kg ⁻¹	1237	703	57	105
Mn	mg·kg ⁻¹	587	411	70	50
Na	mg·kg ⁻¹	454	230	51	39
Sr	mg·kg ⁻¹	419	322	77	36
Ba	mg·kg ⁻¹	281	84	30	24
Ni	mg·kg ⁻¹	75.0	14.50	19	6.4
Zn	mg·kg ⁻¹	65.8	5.22	8	5.6
Cr	mg·kg ⁻¹	63.9	0.42	<1	5.4
B	mg·kg ⁻¹	26.8	0.34	1	2.3
Cu	mg·kg ⁻¹	19.2	7.04	37	1.6
Co	mg·kg ⁻¹	15.9	2.80	18	1.4
Pb	mg·kg ⁻¹	9.75	3.92	40	0.85
As	mg·kg ⁻¹	8.84	0.44	5	0.76
Sn	mg·kg ⁻¹	2.84	0.14	5	0.25
Mo	mg·kg ⁻¹	1.86	0.06	3	0.17
Se	mg·kg ⁻¹	1.02	<0.12	-	0.08
Cd	mg·kg ⁻¹	0.12	0.11	92	0.01

*Soil load with 100 t·ha⁻¹ alginite based on the aqua regia element content

With 100 t·ha⁻¹ dose the ploughed soil layer was loaded by 4.2 t Ca; 3.1 t Al; 2.4 t Fe; 1.6 t Mg; 694 kg K, 128 kg P and 105 kg S per hectare. Total Ni, Zn and Cr load could be about 5-6 kg·ha⁻¹; B, Cu and Co 1-2 kg·ha⁻¹, while the applied amount

of the remaining microelements can be expressed only in decagrams. Hg was not even detectable.

Since alginite is rich in Ca and Mg elements and partly in K, P and S nutrients, it can replace liming materials, as well as in lesser extent the K, P and S fertilizers. However, it cannot serve as a N source, thus for a lasting and positive effect, proper N-fertilization is essential.

2. Plant and soil samplings

Plant samples were taken each year at ripening stage from the above ground plant material from 8-8 running meters, i.e. 1-1 m² per plot leaving 1-1 meters round the edge of plots, in order to filter out the edge effect (net plots). The samples were threshed, and the grain/straw/husk weights were measured (n=32). Plant materials were milled for lab analyses. Soil samples were taken after disk-harrowing on 20 July 2012 from the plough layer, mixing the samples of 20-20 drills per plot (representative average sample, n = 32) to determine the basic properties and elemental composition of the soil. For soil physical testing (field capacity and effective water) 2-2 cylinders on control, 3-3 cylinders on alginite treated plots were beat down in the ploughed layer (the more cylinders for the latter were used due to soil heterogeneity). The 4 control x 2 cylinder x 2 replication = 16 samples; in alginite treatment: 4 alginite treatment x 3 cylinder x 2 replication = 24 samples, thus a total of 40 undisturbed soil sample test was carried out. Plant and soil analyses are planned to perform in every five years.

3. Chemical analyses

Laboratory analyses were conducted in Institute for Soil Science and Agricultural Chemistry, CAR, HAS with the following methods:

Plant samples: 0.5 g air-dried material + 5 cm³ cc. HNO₃ + 1 cm³ cc. H₂O₂ are added, then 15 minutes digestion in microwave device. Element concentration is measured in ICP detector.

Soil and alginite samples: For soluble element content analysis LAKANEN AND ERVIÖ (1971) method was used. Aqua regia soluble "total" element content was measured using HCl + 65m/m% HNO₃ + 30m/m% H₂O₂. Element concentrations were measured in ICP detector. The pH, y₁, CaCO₃, humus, water holding capacity, total salt and basic tests were made according to BARANYAI et al. (1987).

Exchangeable cations and T-value was measured with 2,5 g soil adding 30 cm³ 1 mol/L BaCl₂+TEA shaking solution. After 3 hours shaking, elements were measured with ICP device according to Hungarian Standards MSZ 08-0214-1: 1978 and MSZ 08-0214-2: 1978, as well as BASCOMB (1964). S-value was calculated as a sum of Ca, Mg, K, Na exchangeable cations. Difference between T-S indicates the amount of adsorption sites not bound by bases expressed in me/100 g soil. V% refers to base saturation, indicating how much % of the possible adsorption sites are fixed by 1 and 2 value base cations ($V = S \cdot 100 / T$). Thus V% is saturation expressed as a % of T-value. However, its inverse (reciprocal) may also indicate the % unsaturation value of T ($U = 100 - V$).

4. Soil physical analyses

The water capacity and field capacity was characterized by two points of pF curve. The pF = 0 point corresponding to the total water capacity value was determined with water saturation of the undisturbed soil columns. The pF = 2.3 point (which corresponds to the field capacity value) was created from the equilibrium state of undisturbed soil columns placed on kaolin sheet with suction power of 200 cm water column. Moisture content of the fresh soil samples were measured by drying at 105°C.

5. Precipitation

Monthly and yearly sums of precipitation and 50 years average are shown in *Table 3*. Data show that during the 9 months growing season of triticale in the first year between October 2011 and June 2012 only 288 mm of rain fell which did not allow the formation of higher crop yields in 2012. The year 2013 was extremely unfavourable. In the spring months of March, April and May the rain was unusually heavy and this period was accompanied by low temperature. The triticale was retarded in growth, thinned away and became weedy. In the generative phase from flowering till ripening, which determines the crop yield, in June and July the weather was extremely hot and dry. The seed could not develop, so alginin could not exert its yield-increasing effect because of the water shortage. 2014 was favourable for the abundant rainfall in May. The plenty of rainfall in June, however, was mostly favourable for the development of straw and weeds.

Table 3: Monthly and yearly sums of precipitation between 2011-2014, and 50 years average, mm (Nyírlugos long-term field experiment, Nyírség region)

No.	Months	2011	2012	2013	2014	50 years average
1.	January	33	26	28	32	27
2.	February	11	11	46	28	29
3.	March	41	1	132	15	30
4.	April	19	32	47	24	41
5.	May	34	85	82	79	59
6.	June	42	53	29	27	65
7.	July	133	53	34	122	65
8.	August	34	8	16	57	50
9.	September	28	19	22	33	46
10.	October	29	30	45	65	37
11.	November	1	28	27	18	42
12.	December	50	55	3	35	41
Yearly sums:		454	401	511	535	534

Results and discussion

1. Effect of N x alginit treatments on some physical parameters of the soil

As for the soil physical tests carried out in 2012, it was found that neither N fertilization nor alginit treatment altered significantly the total porosity, the water capacity of the soil. The total pore volume was 47.5%, so the volume of the solid phase of soil was 52.5%. Field capacity, i.e. the amount of water stored in the capillary pores increased from 21-28% of the control to the 28-34% range. Considering the average from 26% to 31%. However, this difference is not significant, although not negligible and may have contributed to the positive yield-increasing effect of the dry years. The soil moisture on 26 September 2012 was 5.8% in the control and 7.2% in the alginit treatment on average, which is 23% increment. All of this can be attributed to organic and mineral colloids allocated to the soil with alginit, which is also supported by the significantly increasing water holding capacity value (K_A according to Arany) from 30.2 to 31.6 on average, as a result of the alginit treatment.

2. Effect of N x alginit treatments on some chemical parameters of the soil

The results of the 2012 soil analyses also show that the N-load reduced the pH, the soil became dramatically acidified over the past half-century. At the same time cation exchange capacity (CEC or T-value) decreased, and the amount of bases, the S-value as well. In alginit treatment, the average pH (H_2O) increased from 5.20 to 6.66, the pH (KCl) value from 3.87 to 6.16. The acidic sandy soil become practically neutral. The electrical conductivity (EC) tripled, while CEC and S-value also nearly tripled. The base saturation of the soil increased from 53% to 74% (*Table 4*).

A huge change was also indicated by the alteration of the proportion of exchangeable cations. In the $150 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{year}^{-1}$ N-treatment, the ratio of Ca^{2+} dropped to 35%, while rate of toxic Al^{3+} and Fe^{2+} increased. With the application of alginit, the ratio of Ca^{2+} lifted to 80% similarly to neutral soils, and at the same time the rate of toxic Al and Fe ions dropped to their 1/10 and 1/4. Therefore, application of alginit in $100 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ dose can result the amelioration, chemical modification of acidic sandy soils (*Table 5*).

3. Effect of N x alginit treatments on the NH_4 -acetate+EDTA soluble element content of the soil in the ploughed layer

The NH_4 -acetate+EDTA soluble element content is an important characteristic in agronomic and environmental studies. It refers to the mobility, the potential uptake of the element by plants, as well as to the absence or abundance of a certain element. Data of *Table 6* in accordance with the results of the data in *Tables 4 and 5* described earlier, reflecting the impact of large-scale long-term N-fertilization on the loss/excretion of Ca and Mg in topsoil, as well as on the harmful accumulation of Fe and Al. In terms of averages of N treatments, with the application of alginit

(which enriched the topsoil with approx. 5 t·ha⁻¹ elementary Ca), the soluble Ca content increased nearly 5-fold. The treated soil also enriched in soluble K, Mg and P elements as well. The solubility of undesirable elements slightly decreased.

Table 4. Effect of N and alginite treatments on some soil parameters in the ploughed layer, 2012 (Brown forest soil, acid sand, Nyírlugos)

N-rate kg·ha ⁻¹ ·yr ⁻¹	pH (H ₂ O)	pH (KCl)	Hydrolitic acidity (y ₁)	CEC	S-value	Base saturation%
				mge/100 g		
<i>Without alginite (control)</i>						
0	5.69	4.17	7.5	2.0	1.1	54
50	5.22	3.88	9.3	2.1	1.1	52
100	5.00	3.77	12.4	1.8	1.0	54
150	4.89	3.67	12.3	1.5	0.8	51
<i>Alginite 100 t·ha⁻¹</i>						
0	6.75	6.25	5.1	3.4	2.5	74
50	6.76	6.26	5.3	4.5	3.5	77
100	6.67	6.23	6.6	3.5	2.6	74
150	6.49	5.92	7.3	2.9	2.0	70
LSD _{5%}	0.25	0.36	2.8	1.2	0.7	12
<i>Means of N-treatments</i>						
Control	5.20	3.87	10.4	1.3	1.0	53
Alginite	6.66	6.16	6.1	3.6	2.6	74
LSD _{5%}	0.13	0.18	1.4	0.6	0.4	6

Note: EC increased from 21 to 67 ms/cm, while K_A value (water holding capacity) lifted from 30.2 to 31.6 with alginite treatment.

Table 5. Effect N and alginite on the proportion of the exchangeable cations in the ploughed layer, 2012 (Brown forest soil, acid sand, Nyírlugos)

N-rate kg·ha ⁻¹ ·yr ⁻¹	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	Fe ³⁺	K ⁺	Total
	% of S-value					
<i>Control</i>						
0	61	12	18	6	3	100
50	55	14	17	8	6	100
100	40	12	21	15	2	100
150	35	12	24	22	7	100
<i>Alginite 100 t·ha⁻¹</i>						
0	82	13	2	2	1	100
50	78	14	1	5	2	100
100	80	14	2	3	1	100
150	78	15	3	3	1	100
LSD _{5%}	24	6	4	6	4	
<i>Means of N-treatments</i>						
Control	48	13	20	13	5	100
Alginite	80	14	2	3	1	100
LSD _{5%}	12	3	2	3	2	
F-value	***	N	***	***	***	

F-value: *95, **99, ***99.9% interval of significance

It can be observed that parallel with the high N-load and acidification, the most important micro-nutrients in the soil also reduced, e.g. Mn, Na, Ba, Sr, Ni elements became impoverished the topsoil. With alginite treatment, concentration of these elements increased. Sr content increased extremely, nearly 5-fold. It is known that Sr is an accompanying element to Ca. Its content in rocks and soils can be about 1% of the content of Ca. This Ca:Sr ratio about 100 is also typical for alginite. Other element concentrations were about: Co 0.25 mg·kg⁻¹, Cr 0.10 mg·kg⁻¹, Mo and Cd 0.01 mg·kg⁻¹ regardless of the treatments (*Table 6*).

Table 6. Effect of alginite treatments on the NH₄-acetate+EDTA soluble element content of the soil in the ploughed layer as an average of N-treatments, 2012 (Brown forest soil, acid sand, Nyírlugos)

N-treatments means	Ca	K ₂ O	Mg	Ba	Sr	Ni
	mg·kg ⁻¹					µg·kg ⁻¹
Control	154	50	18	3.6	0.9	125
Alginite	730	62	104	4.8	4.4	330
LSD _{5%}	116	5	12	0.5	0.6	27
F-value	***	***	***	***	***	***

Note: Fe 120, Al 105, P₂O₅ 101, S 8, Na 7, Zn 0.6-0.9 mg·kg⁻¹, Co 250, Cr 100, Mo 20, Cd 10 µg·kg⁻¹ regardless of the treatments

4. Effect of N x alginite treatments on the yield of triticale

The development of the crop stand was evaluated on 1-5-scale scoring (bonitation) by plots 3-times during the vegetation: at tillering, flowering and harvest. It was established that alginite application made a significantly positive effect on triticale development, especially in the 150 kg·ha⁻¹·year⁻¹ N-treatment, which drastically acidified and become infertile during the 50 examined years. In the first year following the alginite treatment, rain did not fall for a month after triticale sowing (14 October 2011) so the emergence delayed. At this time, no positive effect on the alginite could be expressed.

Maximum plant height and yield was achieved with 100 kg·ha⁻¹/year N-dose on control plots. The highest N-effects in both vegetative and reproductive stages (by-products, grain weight per ear and 1000-kernel weight) belonged to this N-dose. In the 150 kg·ha⁻¹/year treatment, where the soil acidified the mostly in the past decades, plant height and yield mass reduced significantly, depression occurred. However, weight of the by-product (straw+chaff) declined less pronounced than that of the grain, thus the by-product/crop ratio increased, the so-called “harvest index” deteriorated. With the application of alginite, the average height of the plants significantly increased, grain yield almost doubled and above-ground biomass weight increased from 3.7 t ha⁻¹ to 6.8 t ha⁻¹. Harvest index was improved, mainly because of the sharp increase in g/spike and 1000-grain weight indexes (*Table 7*).

Table 7. Effect of N x alginite treatments on the height and air-dried weight of triticale at harvest, 2012 (Brown forest soil, acid sand, Nyírlugos)

N-rate kg·ha ⁻¹ ·yr ⁻¹	Height cm	Grain	By-product	Biomass	By-product / grain	Grain weight g·100 ⁻¹ ear
		t·ha ⁻¹				
<i>Control</i>						
0	49	1.30	1.57	2.87	1.2	35
50	60	1.86	2.44	4.29	1.3	54
100	62	2.15	2.54	4.70	1.2	65
150	55	1.18	1.74	2.92	1.5	31
<i>Alginite 100 t·ha⁻¹</i>						
0	56	2.01	2.36	4.37	1.2	58
50	63	3.31	3.75	7.06	1.2	81
100	68	3.87	4.52	8.39	1.2	97
150	64	3.38	3.93	7.31	1.2	76
LSD _{5%}	8	0.72	0.72	1.40	0.2	18
<i>Means of N-treatments</i>						
Control	57	1.62	2.07	3.69	1.3	46
Alginite	63	3.14	3.64	6.78	1.2	78
LSD _{5%}	4	0.36	0.36	0.70	1.0	9
F-value	**	***	***	***	**	***

According to our earlier experiences, both extreme wet and extreme dry years with water shortage lead to a drastic yield reduction. In strongly wet periods the crop thinned, spaced out, stalk and root rot diseases and fungi occurred and weeds proliferated. In the hot summer months, water shortage occurs very rapidly on sandy soil and the vegetation may be desiccated and dry out. In 2013 and partly in 2012 both the plenty of rainfall (vegetative phase) and water deficit / drought (reproductive phase) prevailed with devastating effect. Weather conditions may have different effects during the growing season on the formation of different yield elements (plant density at emergence, numbers of spike at tillering, and thousand seed weight during maturation). Favourable weather may increase the 1000 seed weight in the generative phase, thus slightly offsetting for example the negatives of the vegetative phase. Or vice versa. The negative and positive effects might be additive. The yield develops as the result of interactions between different factors. As *Table 8* shows, in 2013 alginite failed to exert a spectacularly positive impact, although effects were significant. Grain yield remained below 1 t·ha⁻¹, above-ground biomass of triticale ranged from 1.5 to 3.0 t·ha⁻¹. Air-dried weed mass was approx. 50% of the triticale above-ground air-dried weight at harvesting. It is worth to mention that no chemical weed control was applied in the experiment.

The year 2014 was favourable for the development of triticale. Extremely pronounced N-effects prevailed in this wet year. Alginite treatments increased dramatically the efficiency of N-fertilization. Due to the application of both N + alginite, the grain and straw yield of triticale increased 5-fold, reaching 10.5 t·ha⁻¹ air-dried biomass on the 150 kg·ha⁻¹·year⁻¹ N-treated plots. The air-dry weeds mass was increased slightly by alginite treatment, while on control plots the higher triticale yield resulted from the abundant N-supply dampened the weediness (*Table 9*).

Table 8. Effect of N x alginit treatments on the height and air-dried yield of triticale as well as on the air-dried weed biomass at harvest, 2013 (Brown forest soil, acid sand, Nyírlugos)

N-rate kg·ha ⁻¹ ·yr ⁻¹	Height cm	Grain	By-product	Triticale	By-product / grain	Weed t·ha ⁻¹
		t·ha ⁻¹				
<i>Control</i>						
0	44	0.73	1.47	2.20	2.1	1.1
50	36	0.49	1.25	1.74	2.7	1.0
100	39	0.54	1.34	1.88	2.6	1.0
150	38	0.38	1.10	1.48	3.6	0.9
<i>Alginit 100 t·ha⁻¹</i>						
0	47	0.93	1.83	2.76	2.0	1.1
50	43	0.69	1.70	2.38	2.5	1.1
100	50	0.76	1.68	2.43	2.5	1.7
150	49	0.89	2.11	3.00	2.4	1.2
LSD _{5%}	5	0.30	0.46	0.73	1.1	0.5
<i>Means of N-treatments</i>						
Control	39	0.53	1.29	1.82	2.7	1.0
Alginit	47	0.81	1.83	2.64	2.4	1.3
LSD _{5%}	3	0.15	0.23	0.37	0.6	0.3
F-value	***	***	***	***		*

Table 9. Effect of N x alginit treatments on the height and air-dried yield of triticale as well as on the air-dried weed biomass at harvest, 2014 (Brown forest soil, acid sand, Nyírlugos)

N-rate kg·ha ⁻¹ ·yr ⁻¹	Height cm	Grain	By-product	Triticale	By-product / grain	Weed t·ha ⁻¹
		t·ha ⁻¹				
<i>Control</i>						
0	40	0.44	0.67	1.10	1.3	1.8
50	51	0.62	1.36	1.97	2.2	1.2
100	54	0.62	1.85	2.47	3.2	1.0
150	62	1.85	3.70	5.55	2.0	0.8
<i>Alginit 100 t·ha⁻¹</i>						
0	43	0.68	1.09	1.77	1.6	2.0
50	62	1.60	3.46	5.05	2.4	1.4
100	61	1.51	2.67	4.18	1.9	2.2
150	72	3.81	6.73	10.54	1.8	1.1
LSD _{5%}	10	0.84	1.18	1.84	1.0	0.9
<i>Means of N-treatments</i>						
Control	52	0.88	1.89	2.77	2.2	1.2
Alginit	59	1.90	3.49	5.39	1.9	1.7
LSD _{5%}	5	0.42	0.60	0.94	0.5	0.5
F-value	**	***	***	***		

5. Effect of N x alginite treatments on the element content of straw and grain

As it is shown in Table 10, based on the element composition analysis performed in 2012, on control soil with the increasing N supply (decrease in pH, acidification) K becomes concentrated, while Mg diluted in the straw. The well-known relationship between plant Mn uptake and pH is reflected by the Mn accumulation on the acidifying soil. Alginite treatment resulted in increasing Ca and Mg, as well as decreasing Mn concentration in the straw (liming effect). According to the analysis the 100 t·ha⁻¹ applied alginite corresponded to 15.4 t·ha⁻¹ CaCO₃, which is an ameliorating liming dose. The quantity of applied S was 124 kg·ha⁻¹. S concentration of the straw lifted from 0.07% to 0.12% due to alginite.

Table 10. Effect of alginite treatment on the element content of air-dried triticale straw and grain at harvest in 2012 as means of N-treatments (Brown forest soil, acid sand, Nyírlugos)

STRAW						
N-treatments means	K	Ca	Mg	P	S	Mn
	%					mg·kg ⁻¹
Control	0.80	0.18	0.06	0.10	0.07	221
Alginite	0.71	0.23	0.13	0.11	0.12	126
LSD _{5%}	0.10	0.04	0.02	0.02	0.02	44
F-value		**	***		***	***
N-treatments means	Zn	Ba	Cu	Ni	Mo	Co
	mg·kg ⁻¹					µg·kg ⁻¹
Control	16.6	19.7	5.2	3.0	0.39	164
Alginite	12.6	10.7	4.6	2.1	1.42	103
LSD _{5%}	2.2	2.3	0.5	0.7	0.50	37
F-value	**	***	*	*	***	**
GRAIN						
N-treatments means	Mg	Mn	Zn	Ba	Mo	Cd
	%	mg·kg ⁻¹			µg·kg ⁻¹	
Control	0.11	90	36	2.4	200	27
Alginite	0.14	42	32	0.4	889	63
LSD _{5%}	0.02	13	3	0.6	184	8
F-value	***	***	**	***	***	***

Note: in the straw: Al 127, Fe 136, Na 18, Sr 14, B 5 mg·kg⁻¹; Cr 225, Cd 105 µg·kg⁻¹ as an average, independently from the treatments. In the grain the following elements were below the given detection limits: Se 600, As 400, Pb 300, Ni 200, Hg and Cr 100, Co 40 µg·kg⁻¹.

With the increasing N supply and acidification, concentrations of Zn, Ba and Co increased, while Mo decreased in the straw. The liming effect of alginite reduced the Zn, Ba, and even Cu, Co and Ni accumulation in the average of N-treatments. Mo

is known to become mobile in alkaline medium, it is more easily available for plants in the form of molybdenum anions. Therefore Mo-supply of the soils in Nyírség can be improved with alginite treatment, which can be beneficial in agronomical and physiological/nutritional point of view. It is worth to note, that concentrations of the following elements were independent from the treatments: Al 127, Fe 136, Na 18, Sr 14, B 5 mg·kg⁻¹, while Cr 225, Cd 105 µg·kg⁻¹ on average. The following elements were below the given detection limits: Se 0.12; Hg 0.10; As 0.08; Sn 0.05 mg·kg⁻¹ (Table 10).

The grains are genetically more protected, thus treatment effects are less pronounced. On control soil concentrations of K, P, S, Mg, Ca macro elements did not change considerably due to the variable N supply. However, Mn accumulation is expressed similarly to the straw. Application of alginite (liming effect) is indicated by the elevated Mg and Ca, as well as the decreasing Mn contents. S content of grain also increased slightly, but cannot be proved statistically.

On control soil with ascending N supply (acidification) higher Zn, Fe, Ba, and lower Mo contents were measured. With alginite-treatment Cd decreased and incorporation of Mo rose 4-fold, as shown on the average of N-treatments. Concentrations of elements As, Co, Cr, Hg, Ni, Pb, Se remained below detection limit (Table 10).

6. Conclusions

Further tests are necessary to explore the possible applications of alginite for example in the treatment of wastewaters, sewage sludges, liquid manures etc., promoting their agricultural use. However, certification of alginite as a kind of panacea with mystical effects, guided by commercial interests can be harmful. Without scientifically justified and published/controlled experiments and trials. For example the following statements were published (in non-scientific papers) guided by business interests (ALGINIT 1999):

- Humic substances of the mineral have specific biochemical, plant growth promoting effect (?)
- The single recommended dose of the mineral increases soil fertility by 20-30% (?), increases yield security, and results in earlier maturation and better quality already in the first year.
- Suitable for adjunctive treatment of organic manures or totally replacing them (?) without the risk of overdosing
- In grapes sprayed with powdered alginite downy mildew infection decreased by 50%. In case of vegetables the rate of healthier crops improved with 40-50% and the yield increased by 10-15% (?).
- Experiments confirmed (?) the hypothesis that alginite treatment can not only result in 30-80% yield surpluses, but with strengthening plant cell wall, it promotes resistance against diseases / pests.
- Alginite saturated with ammonia increased the dry weight of wheat by 70% on brown forest soil (?).

Well, it is not known who made these statements, who examined under what circumstances. For example in the last statement, where dry weight of wheat

increased by 70%. What was the extent of N-effect (ammonia) and the effect of alginite, and what could be the possible interaction of ammonia x alginite? The reader can believe in the claims of the product description or not.

Summary

Effect of alginite mineral on soil and triticale was studied during three years, from 2012 to 2014 in a long-term field experiment set up on acidic sandy soil in Nyírlugos 53 years ago. The rate of alginite was 100 t·ha⁻¹ applied in 2011 autumn on plots with 0, 50, 100, 150 kg·ha⁻¹·year⁻¹ N-treatment. The originally 5 x 10 = 50 m² sized plots were halved, the halves without alginite treatment served as controls. The 4N + 4N (with alginite) = 8 treatment x 4 replication = 32 plot. The main results are as follows:

1. According to the soil physical measurements, alginite treatments had no effect on the total porosity, the water capacity of the soil. However, the field capacity increased by 4.4% on average, although not significantly. Water-holding capacity value K_A (according to Arany) lifted significantly from 30.2 to 31.6.

2. On alginite treated plots pH(KCl) increased from 3.9 to 6.2; CEC from 1.3 to 3.6; EC from 21 to 67 ms/cm; base saturation from 53% to 74%, while hydrolytic acidity decreased from 10 to 6 after the first year.

3. NH₄-acetate+EDTA soluble Ca increased from 154 to 730; K₂O from 50 to 62; Mg from 18 to 104; Sr from 0.9 to 4.4 mg·kg⁻¹; Ni from 125 to 330 µg·kg⁻¹ on the alginite treated plots.

4. Straw and grain yield of triticale increased in all of the three experimental years. Alginite treatment generally doubled the yields, especially with abundant N-supply on the 150 kg·ha⁻¹·year⁻¹ N treated plots which were acidified and impoverished in Ca, Mg, K, P elements.

5. Alginite treatment increased Mg, Mo, Cd and reduced Mn, Zn, Ba uptake of triticale seed. Ca, Mg, S, Mo concentration increased in straw, while incorporation of Mn, Zn, Ba, Cu, Ni, Co elements were inhibited by alginite.

6. Alginite is a suitable mineral for amelioration of similar acid sands, which may eliminate the acidity of these soils with abundant N-supply, improves water holding capacity, colloidal and nutrient status, drought-tolerance capability, and thus their fertility.

References

1. ALGINIT (1999): Talajjavító, kondicionáló ásvány. Lelőhelye: Magyarország. Alginite Kitermelő és Értékesítő Kft. Budapest. 8 p.
2. BANOS J. (1999): Több tízmilliárdos vagyon parlagon. Napi Magyarország. Gazdaság. 1999. Január 4. Évszázadokig tartó kincsünk az alginite. 1 p.
3. BARANYAI F., FEKETE A., KOVÁCS I. (1987): A magyarországi talaj tápanyagvizsgálatok eredményei. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.

4. BASCOMB, C. (1964): Rapid method for the determination of cation exchange capacity of calcareous and noncalcareous soils. *J. Soil Sci. Food Agri.* 15:821-823.
5. HELAL M.I.D. (2010): Alginit field trial in Egypt in the year 2010. Final Report. Terra Natural Resource GmbH. Germany and Switzerland. 14 p.
6. KÁDÁR I, SZEMES I, LOCH J, LÁNG I. (2011): A nyírlugosi műtrágyázási tartamkísérlet 50 éve. MTA Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézet. Akaprint. Budapest. 110 p.
7. LAKANEN, E. - ERVIÖ, R. (1971): A comparison of eight extractants for the determination of plant available microelements in soils. *Acta Agr. Fenn.* 123:223-232.
8. LÁNG I. (1963): A homoktalajok műtrágyázásának kérdései. *MTA Agrártud. Oszt. Közlem.* 22: 431-434.
9. MSzHK (2009): Gércsei alginit forgalomba hozatali és felhasználási engedélye. Mezőgazdasági Szakigazgatási Hivatal Központ. Növény, Talaj és Agrárkörnyezetvédelmi Igazgatóság. 2009. Szeptember 8. Budapest. 8 p.
10. REX, M. & SCHERER, H. (2010): Impact of Alginit enrichments of a sandy soil on the soil and plant properties in a vegetation pot experiment. Report of results. Agric. Res. Station Kamperhof. Duisburg. Institute of Crop Science and Resource Conservation-Plant Nutrition. Univ. Bonn. 29 p.
11. Solti G. (1999): Az alginit. ZELBA Kft. Hungary-Magyarország. Piliscsaba. Budapest. 7 p. Kézirat. MTA ATK Talajtani és Agrokémiai Intézet. 1999. Január
12. TNR GMBH (2010): ALGINIT –DATA SHEET AND SPECIFICATION. Terra Natural Resources GmbH. Switzerland. Termékismertető. 2 p. www.alginit.com