

UNIVERZA V LJUBLJANI  
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA  
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Anamarija KOMAC

**ALGINIT KOT IZBOLJŠEVALEC TAL**

DIPLOMSKO DELO

Visokošolski strokovni študij - 1. stopnja

Ljubljana, 2016

UNIVERZA V LJUBLJANI  
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA  
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Anamarija KOMAC

**ALGINIT KOT IZBOLJŠEVALEC TAL**

DIPLOMSKO DELO  
Visokošolski strokovni študij - 1. stopnja

**ALGINIT AS SOIL IMPROVER**

B. SC. THESIS  
Professional Study Programmes

Ljubljana, 2016

Diplomsko delo je zaključek Visokošolskega strokovnega študija Kmetijstvo – agronomija in hortikultura – 1. stopnja. Delo je bilo opravljeno na Katedri za pedologijo in varstvo okolja Oddelka za agronomijo Biotehniške fakultete v Ljubljani. Potekalo je v pedološkem laboratoriju in v rastlinjaku Biotehniške fakultete.

Študijska komisija Oddelka za agronomijo je za mentorja diplomskega dela imenovala doc. dr. Roka MIHELICA in za somentorico izr. prof. dr. Tjašo GRIESSLER BULC.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik: izr. prof. dr. Gregor OSTERC  
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Član: doc. dr. Rok MIHELIC  
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Članica: izr. prof. dr. Tjaša GRIESSLER BULC  
Univerza v Ljubljani, Zdravstvena fakulteta

Član: izr. prof. dr. Dragan ŽNIDARČIČ  
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Datum zagovora:

Podpisana izjavljam, da je naloga rezultat lastnega dela. Izjavljam, da je elektronski izvod identičen tiskanemu. Na univerzo neodplačno, neizključno, prostorsko in časovno neomejeno prenašam pravico shranitve avtorskega dela v elektronski obliki in reproduciranja ter pravico omogočanja javnega dostopa do avtorskega dela na svetovnem spletu preko Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete.

Anamarija Komac

## KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

- ŠD Dv1
- DK UDK 631.82:552.43:631.559(043.2)
- KG Izboljševalci tal/alginit/naftni skrilarci/lastnosti tal/poljska kapaciteta tal/kitajsko zelje/lončni poskus/kalitev/rast/razvoj/pridelek
- AV KOMAC, Anamarija
- SA MIHELIČ, Rok (mentor)/GRIESSLER BULC, Tjaša (somentorica)
- KZ SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
- ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo
- LI 2016
- IN ALGINIT KOT IZBOLJŠEVALEC TAL
- TD Diplomsko delo (Visokošolski strokovni študij - 1. stopnja)
- OP VIII, 39 str., 6 pregl., 13 sl., 32 vir.
- IJ sl
- JI sl/en
- AI Alginit je kamnina, ki spada v družino naftnega skrilarca. Nastala je v kalderi panonskega morja iz sedimenta zelenih alg, pomešanih z anorganskimi usedlinami. V diplomski nalogi smo želeli ugotoviti, ali je alginit kakovosten dodatek za izboljšavo vodno-zadrževalnih lastnosti tal, in če njegova uporaba izboljša kakovost ter poveča pridelek rastlin. Izvedli smo lončni poskus s kitajskim zeljem in kalilni test s krešo. Lončni poskus smo zasnovali s petimi obravnavanji v 4 ponovitvah, v cvetličnih lončkih prostornine 5 L. Spremljali smo fenološki razvoj sadik kitajskega zelja, intenziteto listnega zelenila, svežo in suho maso rastlin ter vsebnost N, P, K, Ca, Mg. V tleh smo po poskusu izmerili reakcijo (pH tal), vsebnost NO<sub>3</sub>-N in poljsko kapaciteto. Alginit vsebuje veliko organske snovi (13 %), Ca (13,6 %) in Mg (1,9 %), ter ima apnilno delovanje. Vsebnost težkih kovin je pod mejnimi vrednostmi za kompost 1. kakovosti (Uredba o predelavi biološko razgradljivih odpadkov in uporabi komposta ali digestata, 2013), vsebnost policikličnih aromatskih ogljikovodikov pa celo pod mejo detekcije (< 0,01 mg/kg). Tudi največji odmerek alginita (A2 = 60 t/ha) ni spremenil poljske kapacitete tal. Kalilni test s krešo je pokazal, da alginit ni fitotoksičen, temveč spodbuja kalitev in rast korenčice. Alginit je zvečal pridelek sveže mase zelja v primerjavi z negojeno kontrolo za 22 – 30 % in je imel podoben učinek kot goveji hlevski gnoj.

## KEY WORDS DOCUMENTATION

- ND Dv1
- DC UDC 631.82:552.43:631.559(043.2)
- CX Soil improver/alginit/oil shale/soil properties/field capacity of the soil/Chinese cabbage/pot experiment/germination/growth/development/crop
- AU KOMAC, Anamarija
- AA MIHELIČ, Rok (supervisor)/GRIESSLER BULC, Tjaša (co-supervisor)
- PP SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
- PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Agronomy
- PY 2016
- TY ALGINIT AS SOIL IMPROVER
- DT B. Sc. Thesis (Professional Study Programmes)
- NO VIII, 39 p., 6 tab., 13 fig., 32 ref.
- LA sl
- Al sl/en
- AB Alginit is a sedimentary rock, which belongs to the family of oil shale. It was formed in the caldera of the Pannonian Sea of sediment green algae mixed with mineral deposits. In this thesis, we wanted to determine whether the alginit is a quality additive for improving water-retention properties of soil, and if its use improves the quality and increases crop yields. We carried out a pot experiment with Chinese cabbage and germination test with cress. Pot experiment was designed with five treatments in four replications, in flower pots of 5 L volume. We followed phenological development of seedlings of Chinese cabbage, intensity of leaf greenness, fresh and dry weight of plants, and the content of N, P, K, Ca, Mg. In the soil we measured the reaction (soil pH) content of NO<sub>3</sub>-N and field capacity. Alginit contains a lot of organic material (13 %), Ca (13.6 %) and Mg (1.9 %), and has liming properties. The content of heavy metals is below the limits for the 1<sup>st</sup> class compost (Regulation of processing biodegradable waste and use compost or digestate, 2013), the content of polycyclic aromatic hydrocarbons or even below the detection limit (<0.01 mg/kg). Even the highest dose of alginit (A2 = 60 t/ha) did not alter the soil water capacity. Germinating cress test showed that alginit is not phytotoxic but encourages the emergence and growth of seedlings. Alginit increased the yield of fresh mass of cabbage compared with unfertilized control of 22-30 % and had a similar effect as the bovine farmyard manure.

## KAZALO VSEBINE

	Str.
KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA	III
KEY WORDS DOCUMENTATION	IV
KAZALO VSEBINE	V
KAZALO PREGLEDNIC	VII
KAZALO SLIK	VIII
<b>1 UVOD</b>	<b>1</b>
1.1 NAMEN DELA	2
1.2 DELOVNE HIPOTEZE	2
<b>2 PREGLED OBJAV</b>	<b>3</b>
2.1 NASTANEK ALGINITA	3
2.2 SESTAVA ALGINITA	4
2.3 LASTNOSTI ALGINITA	7
<b>2.3.1 Izboljševanje peščenih tal</b>	<b>8</b>
<b>2.3.2 Kompostiranje</b>	<b>8</b>
2.4 GOJENJE RASTLIN Z UPORABO ALGINITA	9
<b>2.4.1 Odmerek alginita</b>	<b>10</b>
2.5 OKOLJSKI POMEN ALGINITA	11
<b>2.5.1 Alginit v živinoreji</b>	<b>11</b>
2.6 UPORABA ALGINITA	12
<b>2.6.1 Uporaba alginita v medicini</b>	<b>12</b>
2.7 RASTLINSKI BIOLOŠKI TESTI	13
<b>3 MATERIAL IN METODE</b>	<b>15</b>
3.1 LONČNI POSKUS S KITAJSKIM ZELJEM	15
3.2 KALILNI TEST S KREŠO	17
3.3 MERITVE OBARVANOSTI LISTOV, RAZVOJA IN VELIKOSTI PRIDELKOV KITAJSKEGA ZELJA	18
3.4 TALNI VZORCI	19
<b>3.4.1 Meritev pH</b>	<b>19</b>
<b>3.4.2 Meritev nitratov NO<sub>3</sub>-N</b>	<b>19</b>
<b>3.4.3 Merjenje poljske kapacitete</b>	<b>19</b>
3.5 ANALIZA ALGINITA	20
<b>3.5.1 Merjenje električne prevodnosti</b>	<b>20</b>
<b>3.5.2 Merjenje organske snovi/žarilnih izgub</b>	<b>20</b>
<b>3.5.3 Merjenje ogljika, dušika in določitev razmerja C/N</b>	<b>20</b>
<b>3.5.4 Merjenje amonijaka (NH<sub>4</sub>-N)</b>	<b>20</b>

<b>3.5.5 Merjenje policikličnih aromatskih ogljikovodikov v alginitu</b>	21
<b>3.6 RASTLINSKI VZORCI</b>	21
<b>4 REZULTATI</b>	22
4.1 ANALIZA ALGINITA, KI SMO GA UPORABILI V POSKUSU	22
4.2 MASA SVEŽE IN SUHE SNOVI KITAJSKEGA ZELJA	25
4.3 KALILNI INDEKS Z VRTNO KREŠO	26
4.4 pH V TLEH Z RAZLIČNIMI DODATKI	27
4.5 VSEBNOST ELEMENTOV V LISTIH KITAJSKEGA ZELJA	28
4.6 ODVZEM HRANIL	30
4.7 VPLIV ALGINITA NA SPOSOBNOST ZADRŽEVANJA VODE V TLEH	31
<b>5 RAZPRAVA IN SKLEPI</b>	32
5.1 RAZPRAVA	32
5.2 SKLEPI	34
<b>6 POVZETEK</b>	35
<b>7 VIRI</b>	37
<b>ZAHVALA</b>	

## KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Sestava elementov alginita na podlagi šestih različnih laboratorijskih analiz (Solti, 2013)	5
Preglednica 2: Odmerek alginita glede na družino rastlin in tipa tal (Algiwo, 2012)	10
Preglednica 3: Analiza alginita po različnih parametrih	23
Preglednica 4: Vsebnost elementov v alginitu analizirano po razklopu vzorcev v zlatotopki (analiza je bila opravljena v laboratoriju Acme Labs Vanquver v Kanadi)	24
Preglednica 5: Povprečna masa svežih in suhih rastlin kitajskega zelja	25
Preglednica 6: Odvzem glavnih rastlinskih hranil	30



## KAZALO SLIK

Slika 1: Nastanek alginita v vulkanskem kraterju pri anaerobnih razmerah (Alginit Kft., 2014)	3
Slika 2: Alginit (Knoll, 2007)	4
Slika 3: Izboljšanje prehrane rastlin pri gnojenju z alginitom (Alginit Kft., 2014)	7
Slika 4: Pridelek rastlin, pognojnih z alginitom (Miklós, 2013)	9
Slika 5: Kozmetična krema iz alginita (Manna, 2015)	12
Slika 6: Biološki test s prikazom odzivov rastline fižola na različne odmerke herbicida (Rashid in sod., 2001).	13
Slika 7: Sajene sadike v cvetličnih lončkih (Komac, 2013)	16
Slika 8: Končna faza lončnega poskusa s kitajskim zeljem (Komac, 2013)	18
Slika 9: Kalilni indeks z vrtno krešo pri različno močnih ekstrahiranjih alginita z deionizirano vodo	26
Slika 10: Vpliv dodatkov na spremembo pH tal	27
Slika 11: Vsebnost dušika, fosforja in magnezija v rastlinah kitajskega zelja	28
Slika 12: Vsebnost kalija in kalcija v rastlinah kitajskega zelja	29
Slika 13: Sposobnost tal za zadrževanje vode pri poljski kapaciteti (0,33 bar) in pri točki venenja (15 bar)	31

## 1 UVOD

Tla so vrhnja plast zemljine skorje, ki so nastala zaradi fizikalne in kemične preperelosti kamnin in vsebujejo razkrojene organske snovi. Ponujajo domovanje številnim drobnim živim bitjem, ki z različnimi presnovnimi procesi iz odmrlih organskih snovi sproščajo hranila za rastline. Pomanjkanje rastlinskih hranil v tleh lahko ustavi rast rastlin, zato za ohranjanje rodovitnosti in izboljšanje tal vnašamo v tla hranila z organskimi ali mineralnimi gnojili (Naravno, 2010).

Organska gnojila se najpogosteje uporabljajo v obliki gnojil živalskega izvora, komposta in rastlin za podor. Izboljšajo zračnost tal ter povečajo sposobnost za zadrževanje vode v tleh. Rastline, ki so oskrbovane z organskimi gnojili, imajo zdrav in gost koreninski sistem (Pušenjak, 2013).

Mineralna ali rudninska gnojila so pridobljena iz naravnih kamnin z dodatno industrijsko dodelavo. Mineralna gnojila se glede na vsebnost hranil delijo na enostavna (enokomponentna) in sestavljena (kombinirana). Glede na agregatno stanje pa so tekoča ali trdna gnojila. Pri uporabi mineralnih gnojil je potrebno paziti, da ne onesnažujemo okolja in ozračja (Kuhanec, 2009).

Za gnojenje, izboljšanje tal in ohranjanje rodovitnosti se uporablja tudi bioogljje, zeoliti in drugi vulkanski minerali, kamninska moka, leseni pepel (Bavčar, 2015).

Alginit je naraven mineral in zaklad madžarskih tal (Mineralholding ..., 2015). Je drobnozrnata sedimentna kamnina, ki vsebuje veliko vsebnost organske snovi in spada v družino naftnega skrilavca (Solti, 2013). Geološki inštitut ga je odkril leta 1973. V svetu ga je približno 150 milijonov ton, od katerih se 80 % nahaja na Madžarskem (BME-abét ..., 2015). Njegova nahajališča so v Karpatskih bazenih na Madžarskem in Slovaškem. Koplje se samo na Madžarskem, in sicer v dveh kamnolomih-Pula in Gerce (Solti, 2013).

Domačini ravninskega področja v okolici Blatnega jezera ga že desetletja uporabljajo v vsakdanjem življenju. Uporabljajo ga za čaje, kozmetiko, v medicini in kmetijstvu. Za uporabo, kot gnojilo ga zmeljejo, zmešajo z vodo, filtrirajo in z raztopino razpršijo po tleh (Manna ..., 2014). Kot gnojilo je med slovenskimi pridelovalci vrtnin praktično nepoznan. Številni tuji raziskovalci menijo, da je alginit primeren za stimulacijo razvoja in rasti rastlin, melioracijo tal in izboljšanje tal. Uporabo alginita priporočajo za izsušena in delno sušna območja, kot so Bližnji in Srednji vzhod, Severna Afrika in Azija (Alginit Kft. ..., 2014).

## 1.1 NAMEN DELA

Namen raziskave je bil ugotoviti, ali je alginit kakovosten dodatek za izboljšavo vodozadrževanih lastnosti tal. S pomočjo alginita bi želeli ugotoviti, če se izboljša kakovost rastlin in poveča pridelek.

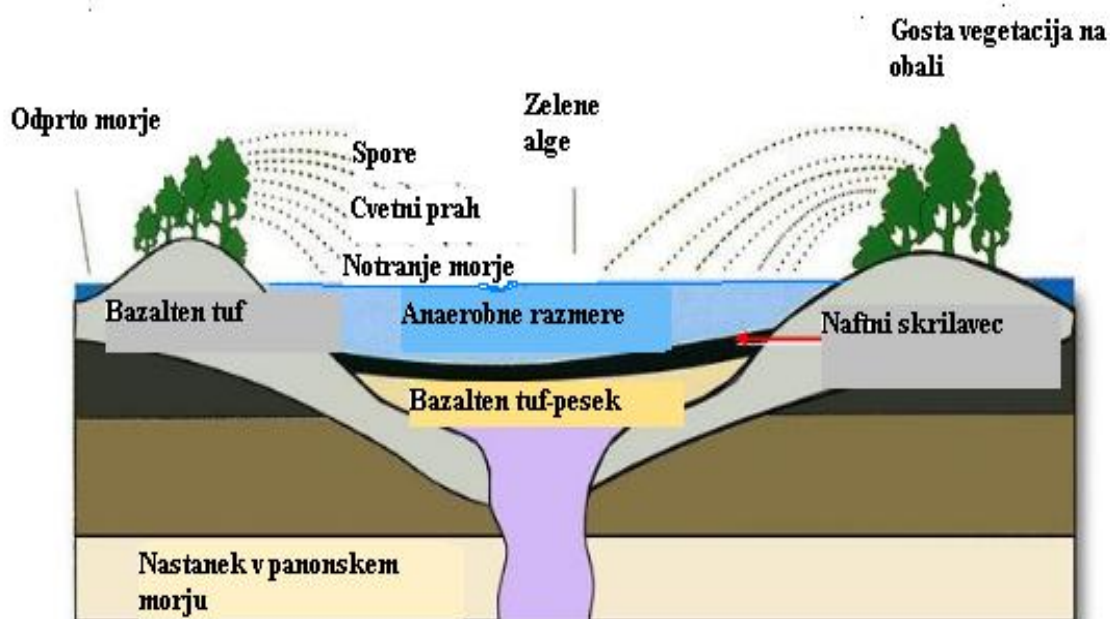
## 1.2 DELOVNE HIPOTEZE

Predvidevamo, da alginit povečuje zadrževanje vode v tleh, še posebej v lahkih, peščenih tleh, in da v priporočenih odmerkih ni fitotoksičen. Alginit naj bi bil dober prehranski vir dušika, kalija, kalcija in magnezija. Menimo, da v tleh dodatek alginita poveča pridelek kitajskega kapusa v primerjavi z negnojeno kontrolo.

## 2 PREGLED OBJAV

### 2.1 NASTANEK ALGINITA

Alginit je nastal pred 3 - 4 milijoni let v kalderi vulkana panonskega morja (Solti, 2013). Kamnine, ki so padle v vodo kraterja oz. kaldero, so se razslojile in začele spreminjati, zaradi delovanja toplote, razgradnje z bakterijami ob prisotnosti kisika, zato je voda vsebovala veliko organskih hranil in mineralov, nizko vsebnost soli ter pH 7,6. Take razmere so omogočile bujen razvoj nižjih organizmov, npr. zelenih alg. Hranila so se vgradila v tkiva alg, ki so po kemičnem odmiranju potonila v anoksično cono jezera. Organska snov ni razpadla v celoti, pomešala se je z anorganskimi usedlinami. Nastala je posebna tvorba kerogena -alginit, ki spada v družino naftnega skrilavca (Alginit Kft. ..., 2014). Nastanek alginita je prikazan na sliki 1.



Slika 1: Nastanek alginita v vulkanskem kraterju pri anaerobnih razmerah (Alginit Kft. ..., 2014)

## 2.2 SESTAVA ALGINITA

Alginit je sivkasto-zelenkaste barve in je lahko drobljiv (Solti, 2013), prikazan je na sliki 2.



Slika 2: Alginit (Knoll, 2007)

Alginit je sestavljen iz organskih snovi (fosilne zelene alge) in anorganskega materiala (gline in vulkanskih materialov) (Algiwo ..., 2012). Delež gline v alginitu je od 20 – 60 %, ker vsebuje veliko glinenih mineralov (montmorillonite, illit, kaolinit). Alginit, vsebuje tudi aragonit, živec in kremen, je bogat z organskimi in anorganskimi koloidi in je rahlo bazičen (pH v KCl = 7,4 – 7,5) (Solti, 2013).

Običajna sestava alginita je: 10 – 33 % humusa, 17 – 35 % vode, kalcita 15 -26 %, dolomita 3 – 18 %, približno 15 – 30 % apna, topna oblika dušika, fosforja, kalija. Poleg tega vsebuje kar 62 elementov v sledovih (Solti, 2013). Sestavo elementov alginita prikazuje preglednica 1.

Preglednica 1: Sestava elementov alginita na podlagi šestih različnih laboratorijskih analiz (Solti, 2013)

<b>ELEMENT</b>	<b>KOLIČINA</b>
<b>Vodik (H)</b>	3,1 %
<b>Litij (Li)</b>	6,81 mg/kg
<b>Berilij (Be)</b>	1 - 6 mg/kg
<b>Bor (B)</b>	18 - 39 mg/kg
<b>Ogljik (C)</b>	21,9 %
<b>Dušik (N)</b>	0,2 - 0,4 %
<b>Kisik (O)</b>	12,5 %
<b>Natrij (Na)</b>	429 - 1200 mg/kg
<b>Magnezij (Mg)</b>	0,93 - 2,47 %
<b>Aluminij (Al)</b>	+
<b>Silicij (Si)</b>	+
<b>Fosfor (P)</b>	0,14 - 0,6 %
<b>Žveplo (S)</b>	0,5 - 0,9 %
<b>Kalij (K)</b>	0,23 - 0,45 %
<b>Kalcij (Ca)</b>	6,15 - 11,7 %
<b>Skandij (Sc)</b>	7,5 - 9,5 mg/kg
<b>Titan (Ti)</b>	3024 mg/kg
<b>Vanadij (V)</b>	52 mg/kg
<b>Krom (Cr)</b>	26 - 105 mg/kg
<b>Mangan (Mn)</b>	291 - 592 mg/kg
<b>Železo (Fe)</b>	1,6 - 3,16 %
<b>Kobalt (Co)</b>	8 - 21 mg/kg
<b>Nikel (Ni)</b>	23 - 43 mg/kg
<b>Baker (Cu)</b>	16 - 23 mg/kg
<b>Cink (Zn)</b>	44 - 100 mg/kg
<b>Galij (Ga)</b>	5,6 mg/kg
<b>Arzen (As)</b>	4,5 - 5,8 mg/kg
<b>Selen (Se)</b>	4 mg/kg
<b>Rubidij (Rb)</b>	50 - 70 mg/kg

»se nadaljuje«

»nadaljevanje preglednice 1: Sestava elementov v alginitu na podlagi šestih različnih laboratorijskih analiz (Solti, 2013).«

<b>ELEMENT</b>	<b>KOLIČINA</b>
<b>Stroncij (Sr)</b>	733 - 877 mg/kg
<b>Itrij (Y)</b>	61 mg/kg
<b>Cirkonij (Zr)</b>	128 mg/kg
<b>Molibden (Mo)</b>	9,0 - 9,3 mg/kg
<b>Srebro (Ag)</b>	0,4 mg/kg
<b>Kadmij (Cd)</b>	0,6 - 1,7 mg/kg
<b>Kositer (Sn)</b>	6 mg/kg
<b>Antimon (Sb)</b>	0,28 - 0,50 mg/kg
<b>Cezij (Cs)</b>	1,5 mg/kg
<b>Barij (Ba)</b>	355 - 896 mg/kg
<b>Lantan (La)</b>	10 - 24,5 mg/kg
<b>Cerij (Ce)</b>	36 - 46 mg/kg
<b>Neodim (Nd)</b>	12 - 17 mg/kg
<b>Samarij (Sm)</b>	3,64 - 4,26 mg/kg
<b>Europij (Eu)</b>	0,80 - 0,90 mg/kg
<b>Terbij (Tb)</b>	0,9 - 1,0 mg/kg
<b>Iterbij (Yb)</b>	0,96 - 1,06 mg/kg
<b>Lantanoid (Lu)</b>	0,12 - 0,24 mg/kg
<b>Hafnij (Hf)</b>	2,4 - 2,8 mg/kg
<b>Tantal (Ta)</b>	1,3 - 1,7 mg/kg
<b>Volfram (W)</b>	60 mg/kg
<b>Živo srebro (Hg)</b>	2 mg/kg
<b>Svinec (Pb)</b>	6,2 - 14,1 mg/kg
<b>Bizmut (Bi)</b>	16 mg/kg
<b>Torij (Th)</b>	3,2 - 3,4 mg/kg

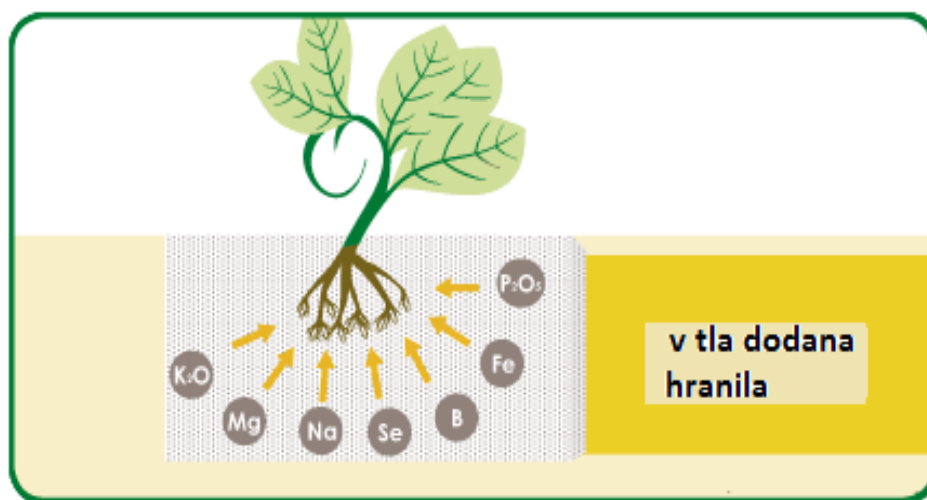
Opomba: + količina elementov ni določena na podlagi šestih različnih laboratorijskih testov.

### 2.3 LASTNOSTI ALGINITA

Alginit ima veliko absorpcijsko sposobnost, ionsko izmenjavalno kapaciteto in sposobnost vezave kationov. Alginit lahko veže do 35 % vlage (utežno), pri čemer je volumska gostota suhega alginita okrog 1,1 kg/L. Alginit postopoma prenese vodo do rastline, izboljšuje pronicanje vode v tleh ter preprečuje njeno izhlapevanje. Glineni minerali alginita zmanjšujejo izgube dušika, fosforja, kalija in težkih kovin v vodne sisteme, preprečujejo infiltracijo v globlje plasti tal in zagotavljajo boljšo uporabo gnojil (Solti, 2013).

Z alginitom je mogoče izboljšati kislila tla, peščena tla, ne-strukturna tla, tla revna s hranili in humusom ter tla s slabim zadrževanjem vode v tleh (Solti, 2007). Izboljšuje strukturo tal in povečuje količino pridelkov in njihovo kakovost. Njegova zmerna alkalnost ima ugoden vpliv na izboljšanje kislila tal, v alkalnih tleh pa ne poveča pH (Alginit Kft. ..., 2014).

Alginit nima fitotoksičnih učinkov. Blaži negativne vplive na okolje, kot so daljša obdobja suše, poplave, strupenosti tal in drugo (Algiwo ..., 2012). Alginit razvije svoj največji učinek v 4 - 6 letih. Pozitivne spremembe zaradi dodatka alginita so, kot kaže, odvisne od tipa tal, v katera dodamo alginit (Gömöryová in sod., 2009). Izboljšanje prehrane rastlin je prikazano na sliki 3.



Slika 3: Izboljšanje prehrane rastlin pri gnojenju z alginitom (Alginit Kft. ..., 2014)



### **2.3.1 Izboljševanje peščenih tal**

Peščena tla so nestrukturna, običajno humusno revna, slabo preskrbljena s hranili, organskim materialom in koloidi ter s slabim zadrževanjem vode. Pridelava kultur na takih tleh je zelo tvegana, rast trajnih rastlin ni mogoča, pridelki so, brez rednega gnojenja in po potrebi namakanja, zelo slabi.

Raziskave kažejo, da s pomočjo alginita nadomestimo organske in anorganske koloide, da se izboljša zadrževanje vode, izboljša se struktura in hranilna zmogljivost peščenih tal, poveča se tudi bazalno dihanje in mikrobna aktivnost, kar pa ni bilo dokazano za peščeno ilovico (Solti, 2013).

### **2.3.2 Kompostiranje**

Alginit spodbuja zorenje komposta, zmanjšuje čas kompostiranja in njegov vonj ter povečuje vsebnost mineralov in mikroelementov v kompostu (Solti, 2007).

## 2.4 GOJENJE RASTLIN Z UPORABO ALGINITA

Alginit se lahko uporablja za gnojenje vseh kulturnih rastlin na njivah in vrtovih. Pri gnojenju z alginitom se poveča število mikroorganizmov, zaradi katerih se povečajo minerali in organska snov v tleh. Rastline so v primeru gnojenja z alginitom odpornejše proti boleznim, škodljivcem, žuželkam in glivičnim boleznim (Solti, 2013). Pri uporabi alginita se poveča tudi količina pridelkov, izboljša se njihova kakovost in podaljša se čas trajanja (Algiwo ..., 2012). Slika 4 prikazuje plodove paradižnika na rastlinah, ki so bile pognojene z alginitom.



Slika 4: Pridetek rastlin, pogojenih z alginitom (Miklós, 2013)

Sadno drevje, ki je pognojeno z alginitom bujno cveti in brsti, bogato obrodi in višje zraste. Analiza listja hrušk, jablan in topolov je pokazala večjo vsebnost mikro elementov (železa, bakra, cinka in bora), kalcija, kalija in dušika, medtem ko ni bilo vidnih učinkov fosforja v primerjavi z negnojeno kontrolo. Sadje je bilo mehko in trdno, vsebovalo je večjo vsebnost suhe snovi. Okrasne rastline so bolj barvite, listi postanejo temnejše barve, cvetni peclji so močnejši in debelejši, rastline so tudi bolj zdrave (Solti, 2007).

### 2.4.1 Odmerek alginita

Odmerki alginita so odvisni od različnih dejavnikov, kot so tip tal, podnebne razmere in rastlinske vrste (Alginit Kft. ..., 2014). V preglednici 2 prikazujemo odmerek alginita glede na družino rastlin in tipa tal.

Preglednica 2: Odmerek alginita glede na družino rastlin in tipa tal (Algiwo ..., 2012)

Globina tal	Družina rastlin	Primer rastlin	Odmerek alginita		
			Kisla tla	Kisla gozdna tla	Nevtralen pH tal
Do 40 cm	<i>Asteraceae</i> (Nebinovke) <i>Gramineae</i> (Trave) <i>Solanaceae</i> (Razhudnikovke) <i>Cruciferae</i> (Križnice) <i>Umbelliferae</i> (Kobulnice) <i>Chenopodiaceae</i> (Metlikovke) <i>Cucurubitaceae</i> (Bučovke) <i>Liliaceae</i> (Lilijevke)	žita, zelenjava, krompir, detelja, fižol, sončnica	3 - 3,5 kg/m <sup>2</sup>	2 - 2,5 kg/m <sup>2</sup>	1,6 – 2,6 kg/m <sup>2</sup>
Do 100 cm	<i>Rosaceae</i> (Rožnice)	sadna drevesa	7-9 kg na drevo	6-9 kg na drevo	5-9 kg na drevo
Do 40 cm		sadna drevesa	10-12 kg na drevo	9-11 kg na drevo	8-9 kg na drevo
Do 60 cm	<i>Vitaceae</i> (Vinikovke)	vinska trta	3,5-4 kg na trs	3-3,5 kg na trs	2,5-3,5 kg na trs

Alginit se lahko zaorje na obdelovalne površine v količini 2 - 4 kg/m<sup>2</sup>. Za uporabo v peščenih tleh se količina poveča na 4 - 6 kg/m<sup>2</sup> (Algiwo ..., 2012).

## 2.5 OKOLJSKI POMEN ALGINITA

V državah, kjer uvažajo hrano, intenzivno kmetijstvo ni možno brez uporabe mineralnih gnojil. Pozitiven vpliv uporabe mineralnih gnojil je povečanje pridelkov. Težave se pojavijo pri vplivu na okolje. Paziti moramo na ohranjanje rodovitnosti tal, na preprečevanje onesnaženja pitne vode in na ohranjanje ekosistemskega ravnovesja. Mineralna gnojila so dobro topna v vodi. Ko odteka voda s površin, preobremenjenimi z dušikovimi gnojili, prihaja do onesnaženja površinskih voda in podtalnice z nitrati. Alginit učinkovito absorbira različna onesnaževala, tudi nitrat (Horváth, 2011). Ima pozitiven vpliv na prehrano rastlin, sposobnost zadrževanja hranil v tleh in zmanjšuje erozijo. Alginit je prijazen do okolja, zato ga uporabljajo za izboljšanje varstva okolja (Alginit Kft. ..., 2014).

### 2.5.1 Alginit v živinoreji

Alginit lahko veže del amonijaka, ki nastane pri razgradnji organske snovi. Po uporabi alginita se v ozračju zmanjša količina amonijaka, zato je vonj v hlevih boljši. Z uporabo alginita se med procesom fermentacije zmanjšajo tudi izgube amonijaka. Alginit zmanjšuje količino škodljivcev, bakterij in insektov (Algiwo ..., 2012).

Pri poskusih s kokošmi so ugotovili, da se je umrljivost zmanjšala za 10 % in poraba krme povečala za 2,8 %. Valitev piščancev se je povečala za 2 – 3 %. Jajčne stene so bile debelejše, zmanjšale so se tudi izgube in lomljenje jajc. Z alginitom so poškopili kletke perutnine, zato se je ustavil kanibalizem in boleznih prebavil. Prašiči so pojedli alginit, zato so bili črevesni paraziti hitro uničeni. Hlev prašičev in gnoj ni bil smrdljiv, tudi razvoj muh se je ustavil. Z uporabo alginita so dobili kakovosten gnoj, bogat z mikro in makro elementi. Alginit tako vpliva na gospodarsko korist v primeru obsežne reje velikih živali in hitro rastočih živali, saj v literaturi poročajo o pozitivnih vplivih na hranjenje, rast in telesno težo živali (Solti, 2013).

## 2.6 UPORABA ALGINITA

V 21. stoletju se alginit uporablja v kmetijstvu, vrtničarstvu, gozdarstvu, sadjarstvu in vinogradništvu. Uporablja se ga tudi v ekološkem kmetijstvu, naravni živilski industriji, v kozmetiki in v medicini (Alginit Kft. ..., 2014). Slika 5 prikazuje kozmetično kremo iz alginita.



Slika 5: Kozmetična krema iz alginita (Manna ..., 2015)

### 2.6.1 Uporaba alginita v medicini

Ugotovljeno je bilo, da ima alginit enake učinke kot organsko blato. V trdnem stanju alginit vsebuje 30 % vlage, z dodajanjem vode so dobili želeno obliko blata. Alginitno blato se uporablja za zdravljenje artritisa, revmatične bolezni in za zdravljenje bolezni, ki jih zdravimo z medicinskim blatom. Iz alginita so proizvedli umetno medicinsko blato, ki se uporablja kot proti-revmatična krema. Za proizvodnjo kreme so alginitu dodali umetne kremne dodatke. Poskusi so bili opravljeni v bolnišnici za revmatične bolezni, kjer so rezultati pokazali, da so se zmanjšali simptomi vnetja, oteklin in bolečine sklepov. Krema ne povzroča stranskih učinkov, alergij ali drugih bolezni kože (Solti, 2013).

## 2.7 RASTLINSKI BIOLOŠKI TESTI

Rastlinski biološki testi so preprosta, poceni, točna in neposredna metoda (Rashid in sod., 2001). Z njimi se pri živih organizmih določa učinek snovi v okolju. Snov, ki je dana v okolje, se preizkuša pri različnih koncentracijah, da bi ugotovili koristne ali škodljive učinke na žive organizme (Bioassays ..., 1990).

V raziskavah uporabljajo rastlinske biološke teste za oceno kakovosti in fitotoksičnosti različnih snovi (Maunuksela in sod., 2012). Slika 6 prikazuje biološke teste z odzivom rastlin fižola na različne odmerke herbicida.



Slika 6: Biološki test s prikazom odzivov rastline fižola na različne odmerke herbicida (Rashid in sod., 2001).

Biološki test se izvede:

- ko se na novo posadi rastlina in je ugotovljena nenormalna poškodba rasti;
- ko se sadi na območju, predhodno zdravljenim z že znanimi herbicidi;
- pri uporabi zapuščenih obdelovalnih površin, ki lahko vsebujejo ostanke herbicidov;
- pri uporabi neobdelanih zemljišč (železnice, ceste, skladiščnih površinah, industrijska območja...), ki lahko vsebujejo ostanke škodljivih snovi;
- pri nakupu hlevskega gnoja, novega herbicida ali zemlje z neznanim izvorom.

Natančnost bioloških testov je odvisna od dveh dejavnikov: a) od tehnike vzorčenja, b) globine in površine vzorčnih tal. Za najboljše rezultate se preizkus izvede približno en mesec pred časom sajenja (Rashid in sod., 2001).

Rezultati poskusov so lahko različni glede na rastlinske vrste, kontrolo tal in uporabo postopka poskusa. Kontrola tal mora imeti v raziskavi podobno fizikalno-kemijsko lastnost tal, kot so dejavniki pH, električna prevodnost, sposobnost zadrževanja vode, saj lahko pomembno vplivajo na rezultate. Pri ponovitvah se lahko rezultati razlikujejo, ker so vzeti v različnih časovnih obdobjih (Maunuksela in sod., 2012).

Učinki, ki jih povzročajo različne snovi, se pojavijo v 10 do 20 dneh. Znaki se pojavijo v obliki zastoja rasti, porumenelosti in razbarvanja listov ali stebela, nenormalne rasti listov in stebela, oviranja rasti korenin in pojavljanja bul na koreninah (Rashid in sod., 2001).

### 3 MATERIAL IN METODE

Poskuse smo izvedli v rastlinjaku in laboratoriju na Katedri za pedologijo in varstvo okolja Biotehniške fakultete, Univerze v Ljubljani.

#### 3.1 LONČNI POSKUS S KITAJSKIM ZELJEM

Rastni test za določitev primernosti alginita za rastline z lončnim poskusom s kitajskim zeljem (*Brassica pekinensis* L.) smo izvedli po standardu (SIST EN 16086-1, 2012). Potekal je v ogrevanem rastlinjaku med 26. 2 in 3. 6. 2013.

V rastlinjaku smo 26. 2. 2013 v cvetlične lončke posejali semena kitajskega zelja.

Pripravili smo načrt za sejanje lončnega poskusa:

Imeli smo 5 obravnavanj v 4 ponovitvah = 20 cvetličnih lončkov (prostornina 5 L).

- K = (kontrola) samo zemlja;
- A1 = zemlja + manjši odmerek alginita = (50 gramov/lonec = 20 t/ha računajoč prostornino globine ornice = 20 cm);
- A2 = zemlja + večji odmerek alginita = (150 gramov/lonec = 60 t/ha računajoč prostornino globine ornice = 20 cm);
- M = zemlja + mineralno gnojilo ENTEC PERFECT 14+7+17 (+2 Mg + 11 S) = (3,57 gramov/lonec = vsebnost glavnih hranil (mg/L) = 105 mg N/ 53mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ 128mg K<sub>2</sub>O oz. izraženo v kg/ha: 200 N/ 100 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ 243 K<sub>2</sub>O);
- G = zemlja + kompostirani gnoj = (50 gramov/lonec = 20 t/ha računajoč prostornino globine ornice = 20 cm).

Uporabili smo zemljo iz laboratorijskega polja Biotehniške fakultete. Tla so bila srednje težka (MI do MGI teksture), dobro preskrbljena s hranili (C- stopnja), z rahlo kislo reakcijo pH (6,3).

Gnoj, ki smo ga uporabili, je bil analiziran na Katedri za pedologijo in varstvo okolja. Vseboval je 2,28 % dušika, od tega 131 mg/L v obliki nitrata (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), 158 mg/100 gramov kalija (K<sub>2</sub>O), 550 mg/100 gramov fosforja (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), in 47,7 % organske snovi. Razmerje C/N je bilo 12,11, pH v vodi 7,0 in pH v kalcijevem kloridu 6,7.



Zemljo smo presejali, da smo ločili fine delce od skeleta. Cvetlične lonce smo napolnili z zemljo in v njih zmešali ustrezen odmerek gnojil ali alginita. Vsak lonec smo ustrezno označili (slika 7).

Prvega marca 2013 smo v lonce sadili sadike in po potrebi zalivali poskus.



Slika 7: Sajene sadike v cvetličnih lončkih (Komac, 2013)

### 3.2 KALILNI TEST S KREŠO

Z namenom, da bi ugotovili, ali je alginit morebiti fitotoksičen oz. pri katerem odmerku alginita se lahko pojavi fitotoksični učinek, smo izvedli kalilni test s krešo. Test smo izvedli po standardu (SIST EN 16086-2, 2012).

10 gramov alginita smo prelili s 100 mililitri vode. Raztopino smo stresali 2 uri in jo prefiltrirali skozi črni filtrirni trak (št. 388). V dobljenem filtratu alginita (nerazredčenem in zredčenem z deionizirano vodo) smo v petrijevkah kalili vrtno krešo (*Lepidium sativum* L.).

Imeli smo 5 obravnavanj v 3 ponovitvah = 15 enakih petrijevk.

Ø = kontrola (deionizirana voda);

A3 = 3% dodatek filtrata (3 ml filtrata + 97 ml deionizirane vode);

A10 = 10% dodatek filtrata (10 ml filtrata + 90 ml deionizirane vode);

A30 = 30% dodatek filtrata (30 ml filtrata + 70 ml deionizirane vode);

A100 = 100% dodatek filtrata (100 ml filtrata).

S filtrinim papirjem smo pokrili dna petrijevk. Nanj smo položili 10 semen kreše. Krešo v zgoraj navedenih redčitvah filtrata smo 24 ur pustili v zatemnjenem prostoru pri sobni temperaturi 18°C. Naslednji dan smo prešteli število vzklilih semen ter izmerili dolžino koreninic.

Izračunali smo kalilni indeks:

$$X = \frac{\text{Število vzklilih pri obravnavanju (a)}}{\text{Število vzklilih pri kontroli (b)}} \cdot \frac{\text{povprečna dolžina korenin pri obravnavanju (c)}}{\text{povprečna dolžina pri kontroli (d)}} \cdot 100 \quad \dots(1)$$

$$x = a:b*c:d*100 \quad \dots(2)$$

### 3.3 MERITVE OBARVANOSTI LISTOV, RAZVOJA IN VELIKOSTI PRIDELKOV KITAJSKEGA ZELJA

Preskrbljenost rastlin z dušikom smo pri vsakem obravnavanju ugotavljali 8. 5. 2013 z meritvami vsebnosti klorofila s klorofilomerom (Norsk Hydro N-tester). Za meritve smo uporabili najmlajše popolnoma razvite liste kitajskega zelja. Po tridesetih meritvah nam je naprava prikazala povprečne rezultate.

Spremljali smo razvoj sadik kitajskega zelja in poskus pospravili 3. 6. 2013 (slika 8).



Slika 8: Končna faza lončnega poskusa s kitajskim zeljem (Komac, 2013)

Maso svežih rastlin smo stehtali in dali v ustrezno označene papirnate vrečke. Rastlinske vzorce smo sušili s prepihovanjem v sušilni omari pri temperaturi do 40°C in suhe zmelili v mlinu. Vzorce smo v laboratoriju uporabili za meritve dušika, fosforja, kalija, kalcija, magnezija.

Iz vsakega cvetličnega lončka smo odvzeli vzorec zemlje in dali v ustrezno označene papirnate vrečke. Vzorce smo sušili v sušilnici pri 40°C, jih zračno suhe zmelili v mlinu in presejali skozi 2 milimetrsko sito. V laboratoriju smo jih uporabili za meritev pH tal, nitratnega dušika (NO<sub>3</sub>-N) in poljske kapacitete.

Izračunali smo odvzem hranil po formuli:

Odvzem hranila (mg oz. µg/lonec) = koncentracija hranila v rastlini (npr. mg/g za makro hranila ali µg/g za mikro hranila) x pridelek biomase rastlin (gramov/lonec). ... (3)

### 3.4 TALNI VZORCI

#### 3.4.1 Meritev pH

V čašo smo dali stehtane talne vzorce, ki smo jih prelili s petkratno volumensko količino 0,01 M kalcijevega klorida. Suspenzije smo dali na stresalnik za pet minut in jih pustili mirovati 12 ur. Naslednji dan smo suspenzije dobro premešali in pH vrednosti izmerili s pH metrom. pH meter smo umerili. V suspenzijo smo pomočili pH meter in počakali, da se stabilizira ter rezultat odčitali na dve decimalni mesti (SIST ISO 10390, 2005).

#### 3.4.2 Meritev nitratov $\text{NO}_3\text{-N}$

Najprej smo pripravili ekstrakcijsko raztopino ( $n = 0,01 \text{ M CaCl}_2$ ). Za založno raztopino smo vzeli 100 mililitrov  $\text{CaCl}_2$  in razredčili v 1000 mililitrov veliki bučki. Za delovno raztopino smo stehtali 14,7 gramov  $\text{CaCl}_2$  in dali v čašo, ter jo prelili z destilirano vodo.

Za ekstrakcijo smo stehtali vzorce tal. 10 gramov tal smo dali v 200 mililitrov velike platenke in razredčili s 100 mililitrov  $\text{CaCl}_2$  ter položili na stresalnik za 2 uri. Vzorce smo nato filtrirali skozi moder filter papir. Prvih 20 mililitrov vzorca smo zavrgli, ostalo pa uporabili za meritve. Nitrate smo izmerili s hitrim testom, z lističi in uporabo RQflex aparata. Za dve sekundi smo listič pomočili v pripravljen vzorec, otresli odvečno tekočino z lističa in po 60 sekundah listič vstavili v merilni del aparata in odčitali rezultat (SIST ISO 14255, 1999).

#### 3.4.3 Merjenje poljske kapacitete

Poljska kapaciteta se določa glede na razmere v tleh. To je količina vode, ki jo tla lahko zadržijo, ko odteče vsa gravitacijska voda in ostane le kapilarna in higroskopsko vezana voda. V laboratoriju smo poljsko kapaciteto merili pod tlakom 0,33 bar v Richardovi tlačni posodi s poroznimi ploščami, s pomočjo katere smo črpali vodo iz talnih vzorcev (SIST ISO 13536, 1995).

### 3.5 ANALIZA ALGINITA

#### 3.5.1 Merjenje električne prevodnosti

Električna prevodnost je merilo koncentracije ionov v vodi, ki je odvisna od stopnje disociacije in koncentracije elektrolita (baze, kisline, soli) v vodi. Merimo jo s konduktometrom, ki ima merilno celico z dvema elektrodama, ki sta priključeni na izmenično napetost.

#### 3.5.2 Merjenje organske snovi/žarilnih izgub

Stehali smo izparilnico z vzorcem alginita in jo dali žariti v pečico na  $550 \pm 25$  °C za 1 uro. Toplo izparilnico smo vzeli iz peči, ohladili v eksikatorju na sobno temperaturo in ohlajeno stehali.

#### 3.5.3 Merjenje ogljika, dušika in določitev razmerja C/N

Skupno vsebnost ogljika in dušika v alginitu smo merili s postopkom suhe oksidacije, pri kateri se ogljik iz organskih spojin sprosti v obliki CO<sub>2</sub>. Na osnovi tega merimo vsebnost skupnega organskega ogljika. Postopek smo izvedli na elementnem CNS analizatorju. Za tehtali smo 0,3 gramov alginita in celokupno vsebnost C in N smo izmerili po sežigu pri 900 °C s pomočjo TCD detektorja (SIST ISO 10694, 1996; SIST ISO 13878, 1999).

#### 3.5.4 Merjenje amonijaka (NH<sub>4</sub>-N)

Napolnili smo kiveto z raztopljenim alginitom v deionizirani vodi. Dodali smo 10 kapljic reagenta 1, zaprli kiveto in dobro pretresli. Dodali smo 1 merilno žličko reagenta 2, zaprli kiveto, dobro pretresli in pustili mirovati 5 minut. Dodali smo 15 kapljic reagenta 3, zaprli kiveto, dobro pretresli in pustili mirovati 7 minut. Primerjali smo barvo vzorca na barvni skali.

### 3.5.5 Merjenje policikličnih aromatskih ogljikovodikov v alginitu

Meritev policikličnih aromatskih ogljikovodikov v alginitu so opravili na Inštituti za varovanje zdravja v Mariboru. Uporabili so določitev z metodo plinske kromatografije z masno selektivnim detektorjem in metodo izbranih ionov. Pripravili so  $\text{Al}_2\text{O}_3$  deaktiviranega s 2 % vode, silikagela deaktiviranega s 5 % vode, brezvodni natrijev sulfat, standardno raztopino in vzorec alginita. Za analizo so uporabili avtomatski injektor in plinski kromatograf z masno selektivnim detektorjem.

### 3.6 RASTLINSKI VZORCI

Da bi ugotovili vsebnost dušika, fosforja, kalcija, kalija in magnezija v rastlinah kitajskega zelja, smo naredili raztopino pepelov. Na električno ploščo smo dali v lončkih 2 grama suhih rastlinskih vzorcev, da so počrnili. Potem smo dali v pečico za sežig, ki je bila segreta na 550 °C in pustili čez noč. Naslednji dan smo vzeli iz peči, ohladili in dodali 2 mililitra deionizirane vode in 3 mililitre HCl v razmerju (1:1). Položili smo na peščeno kopel in pustili čez noč, da se je izparelo do suhega. Naslednji dan smo jih navlažili s 5 mililitrov  $\text{HNO}_3$  v razmerju (1:1) in postavili na vročo peščeno kopel za 15 - 20 minut. Potem smo vzorce ohladili in vsebino prenesli preko rebrastih lijakov v 700 mililitrov velike merilne bučke. Dopolnili smo jih z deionizirano vodo do 100 mililitrov.

V vsakem četrtem vzorcu smo določili odstotke suhe snovi. V stehtane tehtiče smo stehali 2 grama suhih rastlinskih vzorcev ter zaprli s pokrovčki in čez noč pustili sušiti na 105 °C. Tehtiče smo dali na eksikator, da so se ohladili in jih stehali.

## 4 REZULTATI

### 4.1 ANALIZA ALGINITA, KI SMO GA UPORABILI V POSKUSU

Del analiz smo izdelali na Biotehniški fakulteti na Katedri za pedologijo in varstvo okolja, del kemijskih analiz smo naročili pri akreditiranem laboratoriju ACMELabs v Kanadi in v laboratoriju Inštituta za zdravstveno varstvo v Mariboru.

Skupni pokazatelj topnih ionov v raztopini je električna prevodnost, ki v alginitu dosega srednje vrednosti (840  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), podobno kot pri hlevskem gnoju. pH je 8,8, kar pomeni, da je alginit rahlo alkalen (bazičen). Alginit je lahko mineralno-organski izboljševalec tal, ker vsebuje veliko organske snovi (13 %) in organskega ogljika (6,6 %). Vsebnost organske snovi je manjša kot v kompostu, ki jo mora po uredbi (Uredba o predelavi biološko razgradljivih odpadkov in uporabi komposta ali digestata, 2013) vsebovati nad 30 %, vendar jo alginit vsebuje več kot običajna mineralna tla. Čeprav ne poznamo hitrost razgradnje organske snovi (za določitev bi morali izvesti inkubacijski test v kontroliranih razmerah), lahko pričakujemo, da je organska snov v obliki humusnih snovi, in da se v tleh mineralizira 1 do 2 % na leto (Mihelič, 2004).

C/N razmerje je 26 in vsebnost skupnega dušika je 0,25 %. Dušika ni veliko, vendar je vsebnost na nivoju vsebnosti v tleh, ki so bogate s humusom. V biološko stabilnih mineralnih tleh je C/N razmerje okrog 10, na njivah je običajno od 1 – 3 % organskega C oz. 0,1 do 0,3 % N (Mengel in sod., 2001). Alginit je izboljševalec skupne zaloge dušika v humusno siromašnih tleh in ni hitro delujoče dušikovo gnojilo. Ima majhno vsebnost mineralnega dušika. Alginit je po nekaterih definicijah naravni kerogen. Analizirali smo ga na prisotnost policikličnih ogljikovodikov. Analiza, ki jo je opravil Zavod za zdravstveno varstvo Maribor, je pokazala, da je njihova vsebnost izjemno nizka oz. pod mejo detekcije (pod 0,01 mg/kg) (preglednica 3).

Preglednica 3: Analiza alginita po različnih parametrih

Parameter	Enota	V svežem vzorcu	V suhi snovi
Električna prevodnost (20°C)	μS/cm	840	
pH v H <sub>2</sub> O	-	8,8	
Organska snov/žarilna izguba	%		13
Organski ogljik (C)	%		6,6
Skupni dušik (N)	%		0,25
C/N			26
Amonijak (NH <sub>4</sub> -N)	mg/kg		10
Nitratni dušik (NO <sub>3</sub> -N)	mg/kg		49
Policiklični aromatski ogljikovodiki	mg/kg		Vse pod 0,01

Alginit vsebuje precej kalcija in magnezija (preglednica 4). Razmerje med elementoma je 7/1, kar je fiziološko ugodno (Ažnik, 1966). Odmerek 20 t/ha ustreza za apnjenje oz. nevtralizacijo sprotnega zakisovanja tal. Ta odmerek alginita, ki glede na vsebnost Ca računsko ustreza ekvivalentno 6,8 t CaCO<sub>3</sub>, bi verjetno zadoščal za pokritje potreb po apnjenju enkrat v obdobju 4 – 6 let (Lovrin in Stritar, 1982). Za natančnejši napotek bi morali opraviti dodatne analize za določitev apnilne vrednosti alginita.

Vsebnosti ostalih elementov v alginitu so podobne kot v tkivih rastlin. Zato lahko tudi pričakujemo ugodno delovanje alginita na življenje v tleh in na izboljšanje talnega okolja za gojene rastline. Vsebnost težkih kovin (bakra, cinka, kadmija, kroma, nikelja, svinca in živga srebra) je zelo nizka, npr. pod mejnimi vrednostmi 1. kakovostnega razreda komposta (Uredba o predelavi biološko razgradljivih odpadkov in uporabi komposta ali digestata, 2013). Uporaba alginita za gnojenje je glede težkih kovin neproblematična (preglednica 4).



Komac A. Alginit kot izboljševalec tal.

Dipl. delo (VS). Ljubljana, Univ. v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, 2016

---

Preglednica 4: Vsebnost elementov v alginitu analizirano po razklopu vzorcev v zlatotopki (analiza je bila opravljena v laboratoriju Acme Labs Vanquver v Kanadi)

<b>ELEMENT</b>	<b>%</b>	<b>ELEMENT</b>	<b>mg/kg</b>	<b>ELEMENT</b>	<b>mg/kg</b>
<b>Magnezij (Mg)</b>	1,94	<b>Krom (Cr)</b>	50	<b>Srebro (Ag)</b>	<0,1
<b>Natrij (Na)</b>	0,03	<b>Bor (B)</b>	<20	<b>Nikelj (Ni)</b>	60
<b>Kalij (K)</b>	0,29	<b>Volfram (W)</b>	<0,1	<b>Kobalt (Co)</b>	18,8
<b>Žveplo (S)</b>	0,05	<b>Živo srebro (Hg)</b>	0,03	<b>Mangan (Mn)</b>	686
<b>Aluminij (Al)</b>	1,36	<b>Skandij (Sc)</b>	5,7	<b>Arzen (As)</b>	3,8
<b>Železo (Fe)</b>	2,00	<b>Talij (Tl)</b>	0,1	<b>Zlato (Au)</b>	5,4
<b>Kalcij (Ca)</b>	13,64	<b>Galij (Ga)</b>	4	<b>Torij (Th)</b>	3,2
<b>Fosfor (P)</b>	0,245	<b>Selen (Se)</b>	<0,5	<b>Stroncij (Sr)</b>	394
		<b>Telur (Te)</b>	<0,2	<b>Kadmij (Cd)</b>	0,1
		<b>Molibden (Mo)</b>	3,4	<b>Antimon (Sb)</b>	<0,1
		<b>Baker (Cu)</b>	20,6	<b>Bizmut (Bi)</b>	0,1
		<b>Svinec (Pb)</b>	5,2	<b>Vanadij (V)</b>	67
		<b>Cink (Zn)</b>	52	<b>Lantan (La)</b>	18

## 4.2 MASA SVEŽE IN SUHE SNOVI KITAJSKEGA ZELJA

Analiza mase svežih pridelkov je pokazala, da se je povprečna masa v primerjavi z negnojenjo kontrolo (K) povečala pri vseh obravnavanjih z dodatki. Pozitivno sta vplivala na povprečje pridelka odmerka A1 in A2. Povprečna masa svežih rastlin se je pri gnojenju z mineralnim gnojilom podvojila v primerjavi s kontrolo (preglednica 5).

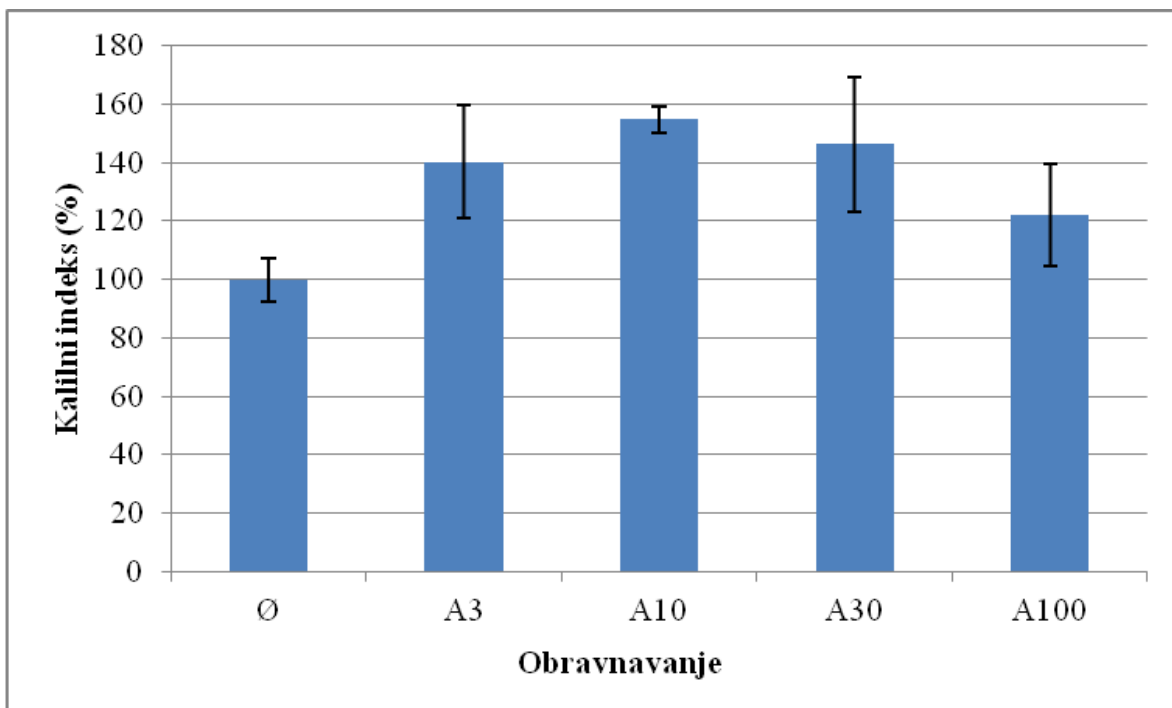
Preglednica 5: Povprečna masa svežih in suhih rastlin kitajskega zelja

Obravnavanje	Povprečna masa svežih rastlin (g)	Povprečna masa suhih rastlin (g)	% suhe snovi	Pridelek svežih rastlin (t/ha)	Pridelek suhe mase (t/ha)
<b>K</b>	135,4	22,7	16,8	54,2	9,1
<b>A1</b>	164,9	22,8	13,8	66,0	9,1
<b>A2</b>	177,2	25,7	14,5	70,9	10,3
<b>M</b>	309,3	40,7	13,2	123,7	16,3
<b>G</b>	168,8	21,0	12,4	67,5	8,4

Rezultati so bili podobni, ko smo vzorce posušili in dobili maso suhih rastlin. Pri gnojenju s hlevskim gnojem so se hranila sproščala postopno, zato se je rast podaljšala in rastline so bile bolj sočne. Rastline gnojene s hlevskim gnojem so imele najnižjo vsebnost suhe snovi. Največ suhe snovi pa je vsebovala kontrola. Prav tako se je podvojila masa svežih rastlin in masa suhih rastlin pri gnojenju z mineralnim gnojilom v primerjavi s kontrolo.

### 4.3 KALILNI INDEKS Z VRTNO KREŠO

Vrtna kreša je kalila in poganjala koreninico bolje v vseh koncentracijah vodnih ekstraktov alginita, kot v čisti deionizirani vodi (slika 9).

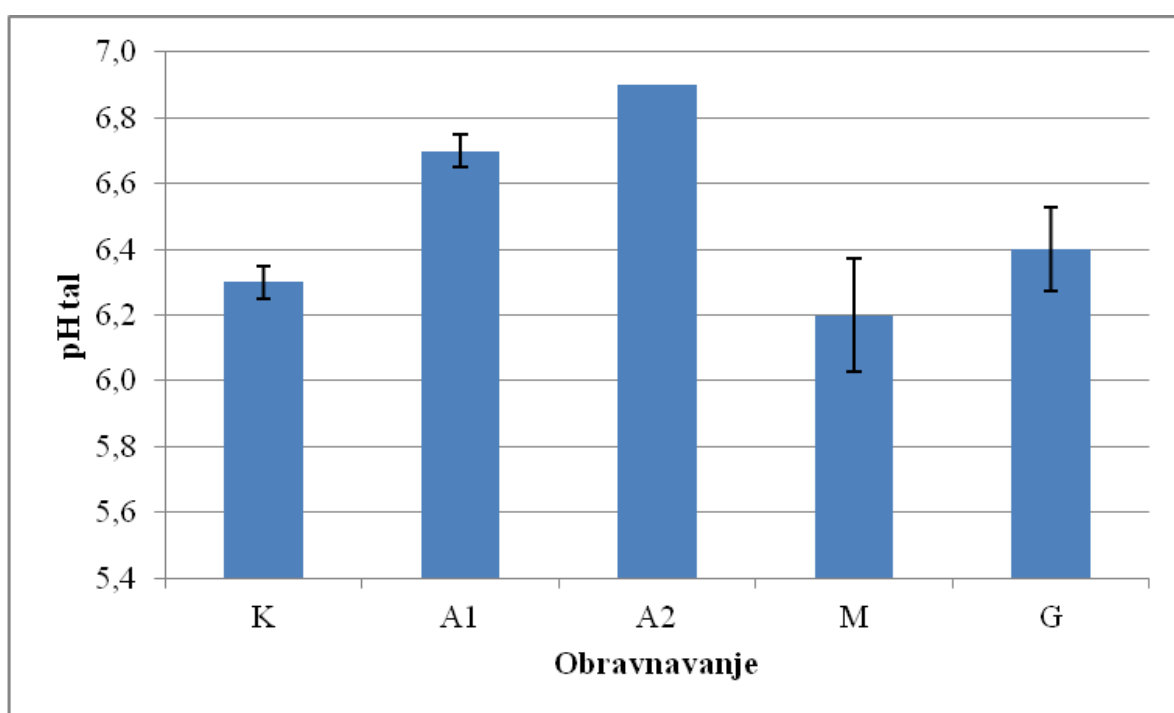


Slika 9: Kalilni indeks z vrtno krešo pri različno močnih ekstrahiranjih alginita z deionizirano vodo

Mlada kaleča rastlina za rast potrebuje le kisik in vodo, hranila dobi iz semena. Kalilni indeks je pokazatelj zavirajočih (fitotoksičnih) ali spodbujajočih snovi (fito-stimulansov). Alginit verjetno vsebuje določene fito-stimulanse oz. spodbujevalce kalitve in juvenilnega razvoja. Najbolje se je izkazal odmerek 1 gram alginita v 100 mililitrov vode. Že majhen dodatek alginita ima spodbujevalni učinek na rast rastlin v fazi kalitve. Opažen je bil tudi pri velikih odmerkih. Alginit tudi v največjih (A100) odmerkih ni bil škodljiv.

#### 4.4 pH V TLEH Z RAZLIČNIMI DODATKI

Dostopnost hranil za rastline je v veliki meri odvisna od vrednosti pH oz. ali so tla kisla oziroma bazična. Uporabljena so bila zmerno kisla tla, za doseganje optimalne pH vrednosti bi morali apniti z 8 t apnenca/ha (Mihelič in sod., 2010). Opažena so bila odstopanja pH vrednosti pri uporabi mineralnega gnojila ENTEC PERFECT, pri katerem se je kislost zmanjšala iz 6,3 na 6,18. Odstopanje pH vrednosti je bilo opaženo tudi pri uporabi hlevskega gnoja. Z uporabo alginita se je pH tal značilno povečal. Pri A2 so bili doseženi optimalni rezultati za uporabljen tip tal, pH = 6,9. S poskusom smo tako potrdili domnevo na podlagi analize – alginit ima apnilno delovanje (slika 10).

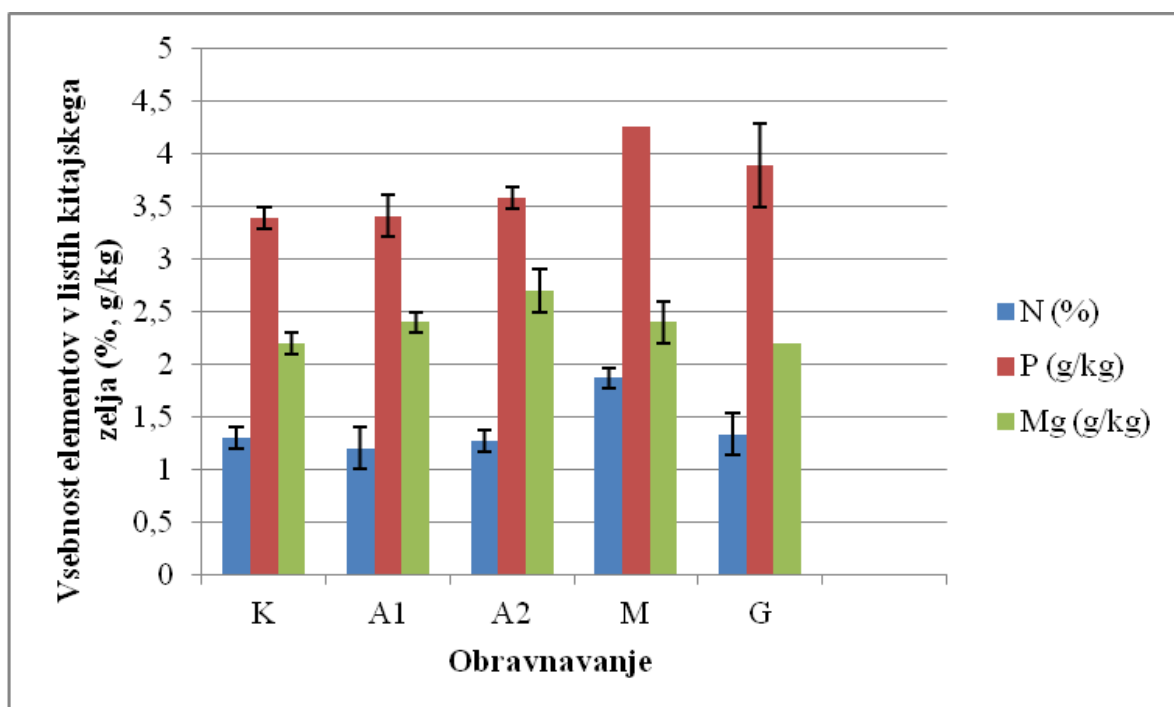


Slika 10: Vpliv dodatkov na spremembo pH tal

#### 4.5 VSEBNOST ELEMENTOV V LISTIH KITAJSKEGA ZELJA

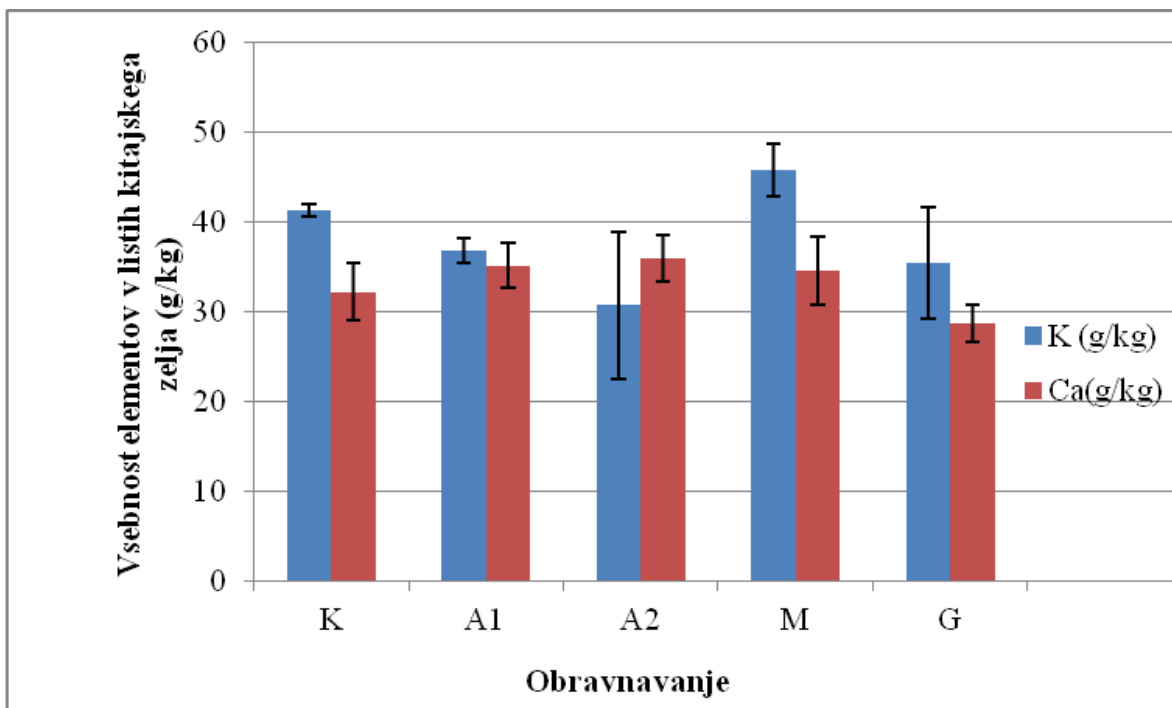
Po podatkih iz literature je optimalna vsebnost elementov v listih kitajskega zelja naslednja: dušika 3,7 - 4,5 %, kalija 30 - 40 g/kg, fosforja 3 - 5 g/kg, kalcija 15 - 20 g/kg in magnezija 2,5 - 5 g/kg (Bergmann, 1992).

Vsebnosti elementov z dodatkom alginita se v listih kitajskega zelja niso povečale, razen količina kalcija in magnezija. Opazili smo, da alginit ni vir dušika. Pri gnojenju z mineralnim gnojilom se je vsebnost dušika povečala v primerjavi s kontrolo. Fosfor se je v rastlinah, kjer smo gnojili z alginitom, minimalno povečal ali pa povečanja ni bilo. Izrazito povečanje fosforja je bilo opaženo le pri gnojenju z mineralnim gnojilom (slika 11).



Slika 11: Vsebnost dušika, fosforja in magnezija v rastlinah kitajskega zelja

Alginit je močnejši vir magnezija kot sta hlevski gnoj in mineralno gnojilo. Alginit je povečal dobavo magnezija (slika 11) in zmanjšal količino kalija v listih (slika 12). Dostopnost kalija je lahko ovirana zaradi velike vsebnosti magnezija in kalcija. Vsebnost kalcija se je zanemarljivo povečala, čeprav ga je v alginitu veliko (slika 12).



Slika 12: Vsebnost kalija in kalcija v rastlinah kitajskega zelja

#### 4.6 ODVZEM HRANIL

Poleg kemične analize tal je odvzem hranil eden od temeljev za določanje potreb po gojenju rastlin. Odvzeta glavna hranila moramo nujno vračati s pridelki, če jih v tleh ni dovolj za željene pridelke. Po podatkih iz literature je odvzem glavnih rastlinskih hranil s 50 t/ha pridelka kitajskega zelja naslednji:  $P_2O_5$  60 kg/ha,  $K_2O$  235 kg/ha, MgO 40 kg/ha, in CaO 115 kg/ha (Mihelič in sod., 2010). V primerjavi z literaturo je bil odvzem  $P_2O_5$ ,  $K_2O$  in CaO bistveno večji. Najbolj se izraža pri odmerku mineralnega gnojila. MgO pa je bil povečan pri A2 in mineralnem gnojilu. Če MgO in CaO ne vrnemo v tla, lahko zakisamo tla. Dušika je bilo odvzetega relativno malo v vseh obravnavanjih, razen pri mineralnem gnojilu (preglednica 6).

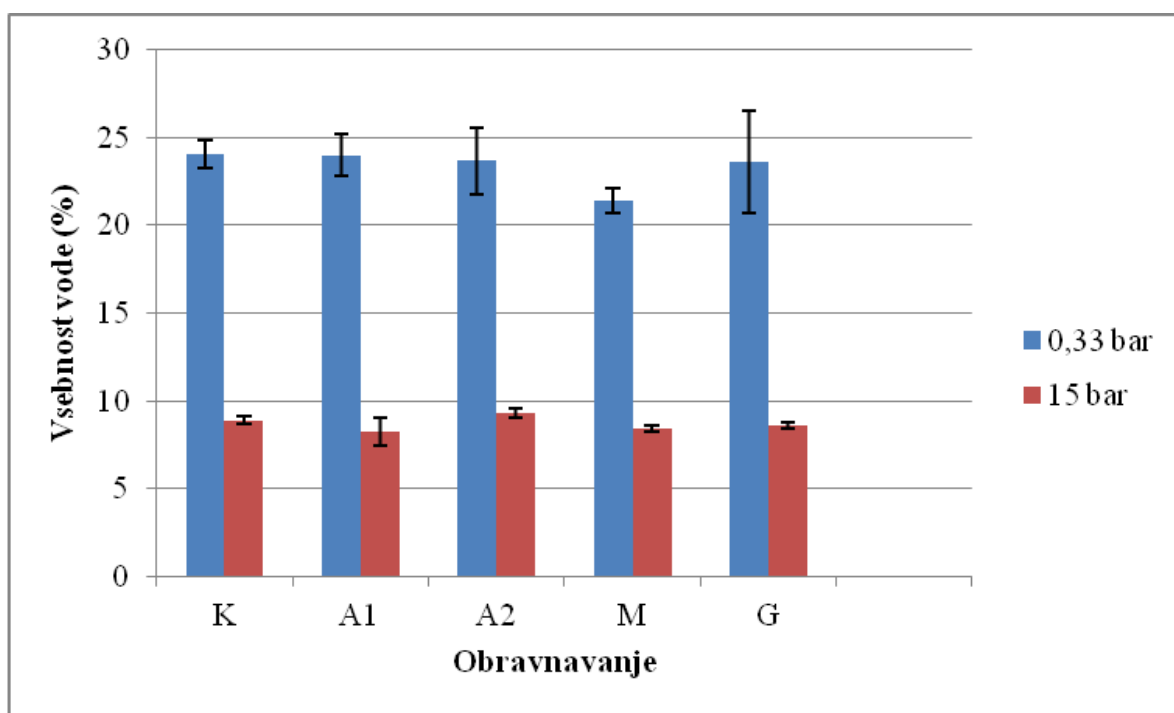
Preglednica 6: Odvzem glavnih rastlinskih hranil

Obravnavanje	Odvzem hranil (kg/ha)				
	N	$P_2O_5$	MgO	$K_2O$	CaO
<b>K</b>	118	71	33	452	409
<b>A1</b>	110	71	36	406	449
<b>A2</b>	133	85	46	381	516
<b>M</b>	309	160	65	900	788
<b>G</b>	109	75	31	360	336

#### 4.7 VPLIV ALGINITA NA SPOSOBNOST ZADRŽEVANJA VODE V TLEH

Za poskus smo uporabili tla s srednjo poljsko kapaciteto, 24 % volumsko. Primerjali smo dva parametra: poljsko kapaciteto (rastlinam dostopno vodo) in točko venenja (voda, ki ni dostopna rastlinam). V literaturi navajajo, da alginit veže 57 volumskih % vode (Solti, 2013), kar pomeni, da bi z dodatkom alginita 60 t/ha (= ca 55 m<sup>3</sup>/ha) vezali 31 m<sup>3</sup> vode, kar na 1 ha predstavlja 3,1 mm. Tla, ki smo jih uporabili v poskusu lahko v zgornjih plasteh (20 cm) zadržijo 48 mm vode.

Niti največji odmerek alginita (A2 = 60 t/ha) ni spremenil poljske kapacitete tal. Teoretično bi lahko velik odmerek alginita (A2) malenkostno povečal poljsko kapaciteto tal (za ca. 6 %). Za izdatno izboljšanje kapacitete tal za vodo v srednje težkih tleh (ki so bila uporabljena v poskusu) bi morali dati več sto ton alginita na ha, kar pa bi bilo predrago (slika 13).



Slika 13: Sposobnost tal za zadrževanje vode pri poljski kapaciteti (0,33 bar) in pri točki venenja (15 bar)



## 5 RAZPRAVA IN SKLEPI

### 5.1 RAZPRAVA

Alginit je naravni material, ki vsebuje humus, glinene minerale, elemente v sledovih, makro in mikro hranila. Ne vsebuje umetnih dodatkov ali kemikalij (Solti, 2013). Analiza alginita, ki smo ga uporabili v poskusu, je pokazala, da je alginit mineralno–organski izboljševalec tal, ker vsebuje veliko organske snovi (13 %) in organskega ogljika (6,6 %). Alginit vsebuje več organske snovi, kot običajna mineralna tla. Je rahlo alkalen, električno prevodnost ima srednje veliko. S priporočenim odmerkom 10 t/ha alginita letno bi tla obogatili z 1,3 ton organske snovi oz. 660 kg C, kar zadošča za pokritje humusne bilance v običajnem poljedelskem kolobarju. Letna humusna bilanca je v poljedelskem kolobarju lahko pozitivna (pri krmnih koševinah, kot npr. so travno-deteljne mešanice: do + 300 kg/ha humusnega-C) ali negativna (pri žitih do – 300 kg humusnega C, pri koruzi ali krompirju, pesi pa tja do –1000 kg C/ha). Alginit ni dušikovo gnojilo, vsebnost skupnega dušika v alginitu je 0,25 %, ampak je vseeno izboljševalec skupne zaloge dušika v humusno revnejših tleh. Ker vsebuje malo dušika, lahko pričakujemo, da ne bo prišlo do onesnaževanja površinskih voda in podtalnice z nitrati. Prisotnost policikličnih ogljikovodikov je izjemno nizka oz. pod mejo detekcije. Vsebnosti ostalih elementov so »fiziološkem« ravnotežju. Pričakujemo ugodno delovanje alginita na življenje v tleh in na izboljšanje talnega okolja za gojene rastline. Uporaba alginita za gnojenje je glede težkih kovin neproblematična.

Alginit izboljšuje strukturo tal, zadržuje hranila v tleh, povečuje rodovitnost pridelkov in izboljša njihovo kakovost (Alginit Kft. ..., 2014). Iz naših rezultatov lahko vidimo, da dodatek alginita v odmerku A1 in A2 pozitivno vpliva na povečanje pridelka kitajskega zelja (*Brassica pekinensis* L.) v primerjavi z negojeno kontrolo. Masa svežih, kot tudi suhih pridelkov se je pri gnojenju z mineralnim gnojilom v primerjavi z negojeno kontrolo podvojila. Pri gnojenju s hlevskim gnojem se je podaljšala rast kitajskega zelja, rastline pa so bile ob žetvi bolj sočne (imele so večjo vsebnost vode), kar kaže na postopno sproščanje dušika iz hlevskega gnoja in s tem povezanega podaljšanja vegetativnega razvoja. Kalilni indeks z vrtno krešo (*Lepidium sativum* L.) je pokazal, da ima že majhen dodatek alginita spodbujevalni učinek za rast rastlin v fazi kalitve in da je spodbujevalni učinek opazen tudi pri velikih odmerkih alginita. Kot sem v diplomski nalogi že omenila (poglavje: 2.3 Sestava alginita), alginit nima fitotoksičnih učinkov (Algiwo ..., 2012), saj so naši rezultati potrdili to domnevo.

Z uporabo alginita se je pri zmerno kislih tleh pH stabiliziral, in tako smo potrdili domnevo, da ima alginit apnilno delovanje. Za obdobje 4 – 6 let je odmerek 20t/ha alginita ustrezen v smislu apnjenja oz. nevtralizacije sprotnega zakisovanja tal.

Z dodatkom alginita v listih kitajskega zelja ni bilo opaziti povečanja vsebnosti dušika, se je pa povečala količina kalcija in magnezija. Količina kalija v listih je bila zmanjšana, zaradi velike vsebnosti magnezija in kalcija.

Alginit veže vodo v tleh, postopoma jo prinese do rastline in preprečuje njeno izhlapevanje (Solti, 2013). V našem poskusu dodatek alginita niti v velikem odmerku (60 t/ha) ni povečal poljske kapacitete tal. Če bi želeli izboljšati kapaciteto tal za vodo v srednje težkih tleh (katera so bila uporabljena v poskusu), bi morali dati več sto ton alginita na ha, kar pa bi bilo predrago.

Odvzem glavnih rastlinskih hranil  $P_2O_5$ ,  $K_2O$ ,  $CaO$  in  $MgO$  je bil zelo velik. Dušika je bilo odvzetega relativno malo. Ugotovili smo, da moramo nujno vrniti s pridelki odvzeta glavna hranila. Če tega ne storimo, lahko, pri tako velikih odvzemih hranil, tla hitro izčrpamo in zakisamo.

Sodeč po pregledanih virih, alginit v Sloveniji ni poznan. Glede na to, da je alginit naravni izboljševalec tal, zadržuje hranila v tleh, pospešuje kalitev in rast rastlin, menim, da bi bil zelo primeren za ekološke kmete in vrtničarje, ki se zavzemajo za naravno pridelano hrano. Primeren bi bil tudi za večje kmete, vendar bi bila, zaradi stroškov z njegovim izkopavanjem in transportom ter novosti na tržišču, vprašljiva njegova cena. Priporočljiv odmerek je od 5 – 20 t/ha, kar pa bi bilo verjetno predrago za kmete.

## 5.2 SKLEPI

Na podlagi raziskave, pri kateri smo ugotavljali, ali je alginit dober izboljševalec tal, lahko sklenemo:

- alginit lahko označimo kot naraven izboljševalec tal;
- pospešuje kalitev in rast korenčice;
- je blago sredstvo za apnjenje tal;
- lahko pričakujemo pozitiven učinek na fizikalne lastnosti tal (poroznost, zračnost);
- lahko poveča vsebnost kalcija in humusa v tleh in omogoči tvorbo stabilnih strukturnih agregatov;
- v primerjavi z negnojeno kontrolo, se je v poskusu povečal pridelek kitajskega zelja;
- vsebnost elementov je v ravnotežju, zato lahko pričakujemo ugodno delovanje alginita na življenje v tleh in na izboljšanje talnega okolja za gojene rastline;
- uporaba alginita za gnojenje je glede težkih kovin neproblematična;
- alginit je primeren za kmetijstvo, hortikulturo in ekološko kmetijstvo;
- priporočeni odmerki so od 5 – 20 t/ha, če želimo tla hitro izboljšati, so lahko odmerki brez škode za tla, rastline in širše okolje tudi bistveno večji. Večji enkratni odmerek alginita zadošča za več let, kar izboljša fizikalne lastnosti tal in zmanjša stroške aplikacije.

## 6 POVZETEK

V diplomski nalogi sem predstavila vulkanski mineral alginit, ki je drobnozrnata sedimentna kamnina. Spada v družino naftnega skrilavca, ki je nastal v Karpatskih bazenih na Madžarskem in Slovaškem. Alginit je sestavljen iz organskih snovi in anorganskega materiala. V literaturi navajajo, da izboljšuje strukturo tal, pronicanje vode v tleh, preprečuje izhlapevanje vode, postopoma prenese vodo do rastline in blaži negativne vplive na okolje. Zmerna alkalnost alginita ima ugoden vpliv na izboljšanje kislih tal. Alginit se lahko uporablja za gnojenje vseh kulturnih rastlin na njivah in vrtovih. Poročajo, da so rastline bolj odporne na škodljivce in bolezni, količina pridelkov se poveča in izboljša se njihova kakovost. Primeren naj bi bil za stimulacijo rasti in melioracijo tal. Alginit se uporablja v kmetijstvu, vrtničarstvu, gozdarstvu, sadjarstvu, vinogradništvu, ekološkem kmetijstvu, naravni živilski industriji, v kozmetiki in v medicini.

Namen raziskave je bil ugotoviti, ali je alginit res kakovosten dodatek za izboljšavo vodnozadrževanih lastnosti tal. Zanimalo nas je, če se z njegovo uporabo izboljša kakovost rastlin in poveča količina pridelka. Rezultati naših poskusov in meritev bodo osnova za odločitve, ali je alginit smiselno uporabiti, in kateri odmerki so priporočljivi.

Lončni poskus s kitajskim zeljem (*Brassica pekinensis* L.) in kalilni test s krešo (*Lepidium sativum* L.) smo izvedli v obdobju 26. 2. - 3. 6. 2013 v rastlinjaku in laboratoriju na Katedri za pedologijo in varstvo okolja Biotehniške fakultete. V lončnem poskusu je bilo vključenih 5 obravnavanj v 4 ponovitvah. Kontrolno obravnavanje so predstavljala negnojena, srednje težka do težka (Mi – MGI), evtrična oglejena tla z laboratorijskega polja biotehniške fakultete v Ljubljani. V osnovna tla smo primerjalno dodajali 1) mineralno gnojilo, 2) kompostirani gnoj (20 t/ha), 3) manjši odmerek alginita (20 t/ha) in 4) večji odmerek alginita (60 t/ha). V kalilnem testu s krešo je bilo vključenih vseh istih 5 obravnavanj v 3 ponovitvah. Spremljali smo razvoj sadik kitajskega zelja, s klorofilometrom smo izmerili vsebnost klorofila, pri kalilnem testu pa smo izračunali kalilni indeks. Sveže rastline smo stehali, sušili s prepihovanjem in suhe zmleli v mlinu. V laboratoriju smo vzorce uporabili za meritve dušika, fosforja, kalija, kalcija, magnezija. Odvzete vzorce zemlje iz vsakega obravnavanja pa smo v laboratoriju uporabili za določanje pH tal, NO<sub>3</sub>-N, poljske kapacitete. V poskusu uporabljen alginit smo analizirali na podlagi električne prevodnosti, pH v H<sub>2</sub>O, organskih snovi/žarilnih izgub, organskega ogljika (C), skupnega dušika (N), C/N razmerja, amonijaka (NH<sub>4</sub>-N), nitratnega dušika (NO<sub>3</sub>-N) in policikličnega aromatskega ogljikovodika.

Na podlagi dobljenih rezultatov lahko sklepamo, da je alginit dober izboljševalec tal in pospeševalec rasti rastlin. Dodatek alginita je povečal količino pridelka kitajskega zelja v primerjavi z negnojeno kontrolo. pH v zmerno kislih tleh se je z uporabo alginita stabiliziral. Z raziskavo smo ugotovili, da je alginit rahlo alkalen in ima apnilno delovanje, kar pomeni da je dober nevtralizator za kislta tal. Alginit ni dušikovo gnojilo, ima majhno vsebnost mineralnega dušika, vendar vseeno izboljšuje skupne zaloge dušika v humusno siromašnih tleh. Vsebuje veliko elementov, precej kalcija in magnezija. Razmerje med elementoma je fiziološko ugodno. Alginit v tleh povečuje vsebnost kalcija in humusa. Uporaba alginita za gnojenje je glede težkih kovin neproblematična. V listih kitajskega zelja ni bilo opaziti povečanje vsebnosti dušika, se je pa povečala količina kalcija in magnezija. V listih se je zmanjšala količina kalija, zaradi velike vsebnosti kalcija in magnezija.

Alginit bi se kot izboljševalec tal lahko uveljavil tudi na slovenskem tržišču.

## 7 VIRI

Alginit Kft. Alginit the essence of nature. Hungary.

<http://alginit.hu/index.php/en/> (31. jul. 2014)

Algiwo. Alginit. 2012. Slovakia.

<http://www.algiwo.com/alginit/> (18. mar. 2015)

Ažnik M. 1966. Ionska aktivnost v tleh in njena poraba pri določanju rodovitnosti tal.

Ljubljana, Univerzitetna tiskarna v Ljubljani: 32 str.

Bavčar J. 2015. Izboljševalci tal: ne dodajajmo jih na pamet. Delo in dom.

<http://www.deloindom.si/tezave-nasveti/izboljsevalci-tal-ne-dodajajmo-jih-na-pamet>  
(16. jun. 2015)

Bergmann W. 1992. Nutritional Disorders of Plants: Development, Visual and Analytical Diagnosis. Jena, Stuttgart and New York, Gustav Fischer Verlag: 741 str.

Bioassays with fast plants. 1990, University of Wisconsin-Madison, College of Agricultural and Life Sciences Department of Plant Pathology.

<http://www.fastplants.org/pdf/activities/bioassays.pdf> (26. jun. 2015)

BME-abét. Alginit. Hungary.

<http://enfo.agt.bme.hu/drupal/en/node/11593> (16. jun. 2015)

Gömöryová E., Vass D., Pichler V., Gömörý D. 2009. Effect of alginite amendment on microbial activity and soil water content in forest soils. *Biologia*, 64, 3: 585-588

Horváth E. 2011. Talaj- és talajvízvédelem.

[http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0021\\_Talajvizvedelem/ch03s02.html](http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0021_Talajvizvedelem/ch03s02.html)  
(18. avg. 2015)

Knoll J. 2007. Alginit.

<http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Alginit.JPG> (18. mar. 2015)

Kuhanec D. 2009. Umetna gnojila.

<http://sites.google.com/site/umetnagnojila/home> (16. jun. 2015)

Lovrin M., Stritar A. 1982. Regresijske zveze v akričnem luvisolu med izmenljivim aluminijem (Al<sup>3+</sup>), kalcijem (Ca<sup>2+</sup>) in talno kislostjo. Zbornik Biotehniške fakultete Univerze Edvarda Kardelja v Ljubljani, 37: 13-28

Komac A. Alginit kot izboljševalca tal.

Dipl. delo (VS). Ljubljana, Univ. v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, 2016

---

Manna, Manna bórregeneráló alginit pakolás fehér teával.

<http://kremmania.hu/kremek/manna-natur-kozmetikum-manna-borregeneralo-alginit-pakolas> (31. jul. 2014)

Maunuksela L., Herranen M., Torniaainen M. 2012. Quality assessment of biogas plant and products by plant bioassays. *International Journal of Environmental Science and Development*, 3,3: 305-310

Mengel K., Kirkby E.A., Kosegarten H., Appel T. 2001. *Principles of plant nutrition*. 5th edn. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers: 849 str.

Mihelič R. 2004. Influence of farmyard manure fertilisation to maize (*Zea mais* L.) on net-nitrogen-mineralisation, dynamics of soluble nitrogen fractions in the soil and nitrogen losses from shallow soils under the conditions of the humid climate of Central Slovenia. Doctoral dissertation, Aachen, Universität Giessen, Shaker Verlag: 191 str.

Mihelič R., Čop J., Jakše M., Štampar F., Majer D., Tojnko S., Vršič S. 2010. *Smernice za strokovno utemeljeno gnojenje*. Ljubljana, Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano: 126 str.

Miklós V. 2013. Termelőtől direkt neked.

<http://www.termelotol.hu/veres-miklos> (18. mar. 2015)

Mineralholding. Alginit. Hungary.

<http://www.mineralholding.hu/ipariasvanyok/en/alginite.html> (16. jun. 2015)

Naravno vrtnarjenje do zdravih pridelkov brez kemikalij. Ljubljana, Mladinska knjiga: 416 str.

Pušenjaka M. 2013. *Organska gnojila: Najboljša sta kompost in gnoj*. Delo in dom.

<http://www.deloindom.si/tezave-nasveti/organska-gnojila-najboljsa-sta-kompost-gnoj> (16. jun. 2015)

Rashid A., Sharma P., Evans I. 2001. Plant bioassay techniques for detecting and identifying herbicide.

<http://ucanr.edu/blogs/UCDWeedScience/blogfiles/8850.pdf> (26. jun. 2015)

SIST EN 16086-2. Izboljševalci tal in rastni substrati - Določevanje sprejemljivosti za rastline - 2. del: Preskus v petrijevki s krešo 2012

SIST EN 16086-1. Izboljševalci tal in rastni substrati - Določevanje sprejemljivosti za rastline - 1. del: Preskus rasti v loncu s kitajskim zeljem 2012

SIST ISO 10390. Kakovost tal – Ugotavljanje pH 2005: 10 str.

SIST ISO 10694. Kakovost tal - ugotavljanje organskega in skupnega dušika po suhem sežigu (elementna analiza) 1996: 7 str.

SIST ISO 13536. Ugotavljanje potencialne kationske izmenjave kapacitete in izmenljivih kationov 1995: 7 str.

SIST ISO 13878. Kakovost tal – določevanje skupnega dušika po suhem sežigu (elementna analiza) 1999: 5 str.

SIST ISO 14255. Soil quality - Determination of nitrate nitrogen, ammonium nitrogen and total soluble nitrogen in air-dry soils using calcium chloride solution as extractant 1999: 12 str.

Solti G. 2007. Alginittel jobb, egészségesebb. Biokontroll Hungari.

[http://www.biokontroll.hu/cms/index.php?option=com\\_content&view=article&id=357%3Aalginittel-jobb-egeszsegesebb&catid=402%3Aanyag-utanpotlas&Itemid=127&lang=hu](http://www.biokontroll.hu/cms/index.php?option=com_content&view=article&id=357%3Aalginittel-jobb-egeszsegesebb&catid=402%3Aanyag-utanpotlas&Itemid=127&lang=hu) (16. jun. 2015)

Solti G. 2013. Az alginit a mezőgazdaságért és környezetvédelemért alapítvány honlapja.

<http://alginitalapitvany.hu/alginit/alginit-irodalom/adattar/> (31. jul. 2014)

Uredba o predelavi biološko razgradljivih odpadkov in uporabi komposta ali digestata za leto 2013. 2013 Ur.l. RS, št. 99/13.



## **ZAHVALA**

Zahvaljujem se mentorju doc. dr. Roku Miheliču, ki mi je pomagal pri izbiri naslova diplomske naloge, pri iskanju potrebnega gradiva in za vso strokovno pomoč, ki mi jo je nudil skozi celotno izvedbo in pisanje diplomske naloge.

Zahvaljujem se strokovnima sodelavkama Rozaliji Ilc in Svetlani Gogić Knežić za pomoč v laboratoriju.

Zahvaljujem se tudi Marjanci Krištof in Petri Plevel za spodbujanje in pomoč pri vseh študijskih obveznostih.

Iskreno se zahvaljujem vsem, ki so mi stali ob strani vsa študijska leta, še posebej staršem, starim staršem, prijateljici Maji in fantu Jaku.

Iskreno se zahvaljujemo gospe Ini Radonič Županič, s.p., ki je dala pobudo za raziskavo in finančno pripomogla k realizaciji poskusov in meritev.