

# Utjecaj gnojidbe različitim vrstama mineralnih gnojiva na zakiseljavanje tala u Osječko-baranjskoj županiji

---

**Brajković, Irena**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2018**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:*

**Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek /  
Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:075352>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-01-14**



Sveučilište Josipa Jurja  
Strossmayera u Osijeku

**Fakultet  
agrobiotehničkih  
znanosti Osijek**

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the Faculty of Agrobiotechnical  
Sciences Osijek - Repository of the Faculty of  
Agrobiotechnical Sciences Osijek](#)



SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Irena Brajković

Preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivreda

Smjer Hortikultura

**Utjecaj gnojidbe različitim vrstama mineralnih gnojiva na  
zakiseljavanje tala u Osječko-baranjskoj županiji**

Završni rad

Osijek, 2018.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Irena Brajković

Preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivreda

Smjer Hortikultura

**Utjecaj gnojidbe različitim vrstama mineralnih gnojiva na  
zakiseljavanje tala u Osječko-baranjskoj županiji**

Završni rad

Osijek, 2018.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Irena Brajković

Preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivreda

Smjer Hortikultura

**Utjecaj upotrebe različitih vrsta mineralnih gnojiva na  
zakiseljavanje tala u Osječko-baranjskoj županiji**

Završni rad

Povjerenstvo za ocjenu završnog rada:

1. izv. prof.dr.sc. Brigita Popović, mentor

2. doc. dr. Miro Stošić

3. doc. dr. Vladimir Ivezić

Osijek, 2018.

## TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

---

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku  
Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek  
Preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivreda, sjmer Hortikultura  
Irena Brajković

Završni rad

### **Utjecaj gnojidbe različitim vrstama mineralnih gnojiva na zakiseljavanje tala u Osječko-baranjskoj županiji**

#### **Sažetak:**

Gnojidba značajno utječe na plodnost tla i stabilnost prinosa koji su usko povezani jer veća plodnost podrazumijeva veću raspoloživost hraniva i veću sposobnost tla da neutralizira sezonske nepovoljne utjecaje kao što su suša ili nepovoljan rezultat nedovoljne ili suviše gnojidbe i tako doprinosi stabilnosti prinosa. Ipak, tlo manje plodnosti nema sposobnost neutralizacije pogrešne gnojidbe jer ne može adsorbirati prekomjerno dodana gnojiva niti može osigurati dovoljno raspoloživih hraniva procesima mobilizacije. Nedovoljna gnojidba siromašnih tala rezultiraće padom plodnosti, njihovom degradacijom, padom raspoloživih hraniva, dok optimalna gnojidba siromašnih tala rezultira povećanjem plodnosti tla i povećanjem raspoloživosti hraniva. U ovom je radu prikazan pregled literature i trenutnih znanstvenih spoznaja koje se bave ovom problematikom. **Ključne riječi:** gnojivo, zakiseljavanje, tlo, hraniva

20 stranica, 12 slika, 10 literaturnih navoda

Završni rad je pohranjen u Knjižnici Fakulteta Agrobiotehničkih znanosti u Osijeku i u digitalnom repozitoriju završnih i diplomskih radova Fakulteta Agrobiotehničkih znanosti u Osijeku

## BASIC DOCUMENTATION CARD

---

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek  
Faculty of Agrobiotechnical sciences Osijek  
Undergraduate university study Agriculture, course Horticulture  
Irena Brajković

BSc thesis

### **Influence of use different mineral fertilizers types to soil acidity in Osječko-baranja county**

#### **Summary:**

Fertilization has a significant effect on soil fertility and yield stability, which is closely related because higher fertility implies higher nutrient availability and greater soil capacity to neutralize seasonal adverse effects such as drought or adverse effect of insufficient or excess fertilization and thus contributes to crop yield. However, the soil of inferior fertility does not have the habit of neutralizing incorrect fertilization because it can not adsorb excess fertilizers and can not provide enough available nutrition to mobilization processes. Inadequate fertilization of poor soils will result in fertility decline, degradation, fall in available nutrition, while optimal fertilization of poor soils results in increased soil fertility and increased feed availability. This paper presents an overview of literature and current scientific knowledge dealing with this issue.

**Key words:** fertilizer, acidification, soil, nutrients

20 pages, 12 figures, 10 references

BSc Thesis is archived in Library of Faculty of Agrobiotechnical sciences in Osijek and in digital repository of Faculty of Agrobiotechnical sciences in Osijek

## SADRŽAJ

1.UVOD.....	1
1.1. Mineralna gnojiva.....	2
1.2. NPK 7-20-30.....	3
1.3. Urea $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ .....	6
1.4. Kalcijev amonijev nitrat (KAN).....	8
2.MIJEŠANJE MINERLANIH GNOJIVA I SREDSTVA ZA ZAŠTITU BILJA.....	9
3.PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA.....	12
3.1. Promjena pH vrijednosti uslijed upotrebe mineralnih gnojiva.....	12
4.ZAKLJUČAK.....	18
5.POPIS LITERATURE.....	19

## 1. UVOD

U posljednjih šezdesetak godina postignut je veliki napredak u svjetskoj proizvodnji hrane i sirovina za preradu, kao i u proizvodnji mineralnih gnojiva. Upravo su mineralna gnojiva jedna od najpopularnijih inputa u suvremenoj proizvodnji. Međutim, velika pozornost dijela znanstvene i stručne javnosti usmjerena je ka utjecaju intenzivne poljoprivrede, uključujući uporabu gnojiva kao mogućnost onečišćenja okoliša i štetnih utjecaja na kvalitetu hrane. Dva su velika izazova pred suvremenom gnojidbom: veća točnost u preporukama za gnojidbu u pogledu vremena količine i oblika primjene gnojiva te pronalaženje učinkovitijih metoda primjene gnojiva sintetiziranih za određene namjene kako bi se osiguralo da primjenjeno hranivo stigne do korijena usjeva i da bude u potpunosti iskorišteno (Butorac,1999). Mineralna gnojiva su u dvadesetom stoljeću najviše pridonijela povećanju proizvodnje po jedinici površine, osobito žitarica. Potrošnja žitarica potkraj tridesetih godina prošlog stoljeća bila je svega 9 milijuna tona, a poslije Drugoga svjetskog rata dinamično se povećavala te tako početkom ovog stoljeća dosegla 138 milijuna tona, što znači da se tijekom šezdeset godina na globalnoj razini povećala 15 puta. Ali, od kraja osamdesetih godina prošlog stoljeća, potrošnja mineralnih gnojiva se kontinuirano smanjivala ( Izvor: Grahovac,2005). U studiji koja se bavi istraživanjem svjetskog tržišta gnojiva tvrtka Ceserana (2013) predviđa porast potrošnje mineralnih gnojiva na globalnoj razini u budućem razdoblju kao posljedica rasta poljoprivredne proizvodnje kako bi se osigurala hrana za rastuću svjetsku populaciju. Također se predviđa i rast europskog tržišta gnojiva u razdoblju do 2018. godine (Izvor: Ceserana, 2011). Prema podacima FAOSTAT-a (2013) za 2011. godinu najveći svjetski proizvođači i potrošači mineralnih gnojiva bili su Kina, Indija i SAD. U istoj godini najveći izvoznici mineralnih gnojiva bili su Rusija i Kina, a najveći uvoznici SAD i Indija. U 2011. godini Republika Hrvatska se nalazila na 41. mjestu po ukupnoj proizvodnji i 76. mjestu po potrošnji mineralnih gnojiva na svijetu. Kroz ovaj rad dotaknut ćemo se cilja upotrebe različitih vrsta mineralnih gnojiva, svakako ćemo dati opće i detaljne informacije o istome, te utvrditi koja se mineralna gnojiva najčešće upotrebljavaju na tržištu Osječko-baranjske županije i kako utječu na zakiseljavanje poljoprivrednih površina, primarno kao posljedica gnojidbe bez prethodne analize tla.

## 1.1. Mineralna gnojiva

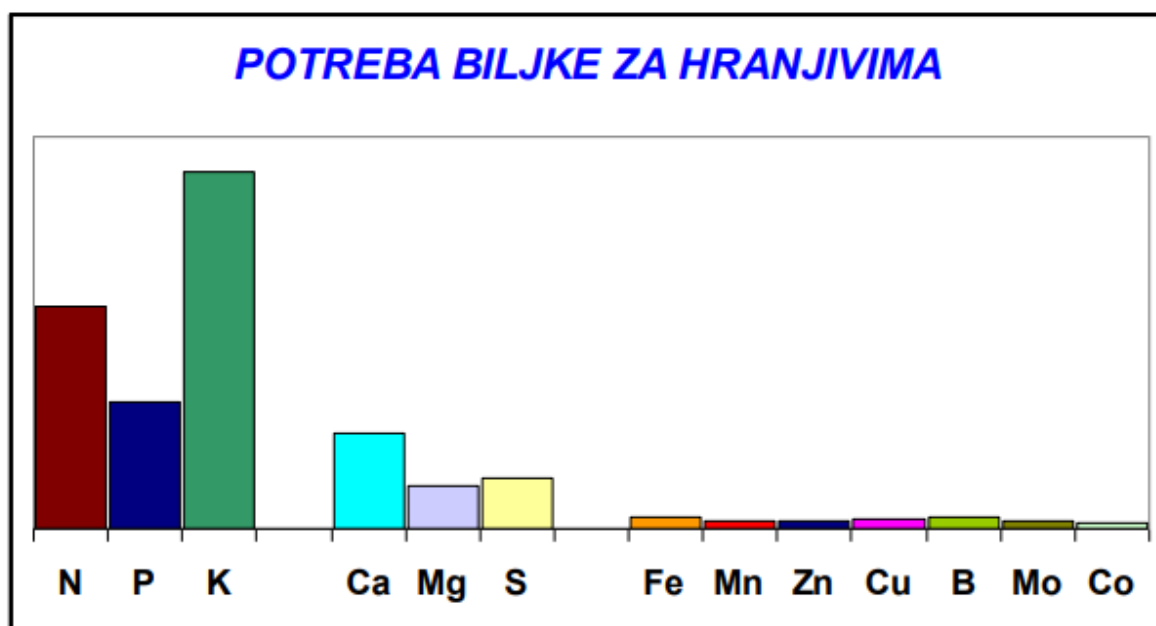
Gnojiva su sve tvari organskog ili anorganskog podrijetla koje biljkama dodajemo izravno (folijarno) ili posredno (u tlo) s ciljem opskrbljivanja biljke neophodnim hranivima. Prema Fincku (1982.) nešto šira definicija gnojiva obuhvatila bi da su to sve tvari koje koristimo za poboljšanje ishrane biljaka. Tada uključujemo i posredna gnojiva, to jest tvari kojima ishranu bilja poboljšavamo promjenom bioloških, fizikalnih i kemijskih svojstava tla. Primjeri su biognojiva (mikrobiološka) kojima u tlo ne dodajemo hraniva već i mikroorganizme koji će u tlu pospješiti biološku aktivnost i povećati raspoloživost hraniva. Također, posrednim gnojivima možemo smatrati i npr. vapnenac kojim neutraliziramo suvišnu kiselost u tlu i tako povećavamo raspoloživost nekih hraniva (npr. fosfora). Sa aspekta ishrane bilja granica između gnojiva i poboljšivača nije bitna, bitno je stvoriti uvjete u kojima će biljci biti raspoložive tvari koji će im pospješiti rast i razvoj, povećati prinos i poboljšati kvalitetu biljke. Međutim, da bi smo optimizirali opskrbljenost biljke hranivima primjenom gnojiva i poboljšivača, moramo voditi računa o velikom broju činitelja koji utječu na dinamičnost, količinu i topivost hraniva, ali i na održivost poljoprivredne proizvodnje, prije svega na ekološki i ekonomski učinak gnojiva. Gnojiva su većim dijelom proizvedena ili sintetizirana umjetnim putem, ali je i značajna grupa gnojiva nastala kruženjem tvari u biosferi ili prirodnim geološkim putem. Prema načinu proizvodnje gnojiva dijelimo na : 1.prirodna gnojiva, 2.umjetna gnojiva. U prirodna gnojiva spadaju gnojiva nastala prirodnim geološkim procesima te akumulacijom, taloženjem i trošenjem minerala, organske tvari životinjskog i biljnog porijekla i životinjskih izlučevina. Umjetna ili sintetska gnojiva su soli dobivene preradom prirodnih minerala, ali se proizvode i iz atmosferskog dušika, podrazumijeva se da su ta gnojiva nastala preradom sirovina i industrijskim procesima sinteze sirovina. Češće se nazivaju „mineralna“ jer su dolazi do negativnih predrasuda zbog naziva „umjetna“ ili „sintetska“ Umjetna gnojiva sadrže više koncentracije biljnih hraniva nego prirodna gnojiva, dok u procesima proizvodnje sintetskih gnojiva potreban je veći utrošak energije, što kod prirodnih gnojiva nije slučaj.

Najvažnije mjerilo kojim se ocjenjuje kakvoća gnojiva je učinak na visinu i kakvoću priroda u odnosu na vrstu usjeva, agrotehničke mjere te na očuvanje plodnosti tala i opterećenje okoliša. Navedeno je teško precizno opisati ili ocijeniti brojčano, stoga definiramo, ocjenjujemo i opisujemo svojstva gnojiva : 1. sadržaj aktivne tvari, 2. formulacija gnojiva, 3.omjer hraniva, 4. kemijski oblik hraniva, 5. kemijska stabilnost i postojanost, 6. vrsta i ujednačenost čestica gnojiva. (Izvor : Lončarić i sur. Mineralna gnojiva i gnojidba ratarskih usjeva 2015.)



## 1.2. NPK 7-20-30

Gnojivo NPK pripada u složena gnojiva visoke koncentracije hraniva i predstavljaju posljednje dostignuće u kemiji i tehnologiji. Posebnost je u tome što se udio sva tri primarna hraniva dušika, fosfora i kalija izražava na različit način : 1. dušik se uvijek izražava u elementarnom obliku (N) bez obzira da li je dušik u gnojivu u nitratnom, amonijskom ili amidnom obliku. 2. fosfor se najčešće izražava kao udio fosfor pentoksida ( $P_2O_5$ ), iako fosfor nije prisutan u tom obliku niti u gnojivima, niti u tlu niti ga biljka usvaja u tom obliku. Druga mogućnost izražavanja udjela fosfora je u elementarnom obliku (P). 3. kalij se izražava kao udio kalijevog oksida ( $K_2O$ ) iako kalij nije prisutan u tom obliku niti u gnojivima, niti u tlu, niti ga biljka usvaja u tom obliku, druga mogućnost izražavanja udjela kalija je u elementarnom obliku (K). NPK elementi definitivno imaju najznačajniju ulogu u izgradnji biljnih organa, ali se niti jedna proizvodnja ne može uspješno bazirati bez prisustva i svih ostalih elemenata. Općenito, analiziramo li privremeno samo ova tri elementa, i pratimo li ranija i novija istraživanja iz tog područja, zapaziti ćemo da se svjetski stručnjaci za ishranu biljaka slažu sa konstatacijom, da ne postoji univerzalno mineralno ili organsko gnojivo, koje bi zadovoljilo sve optimalne potrebe za hranom svake biljke. To je i razumljivo, jer ne postoje dvije čestice zemlje s istim rezultatom pedološke analize, kao što i ne postoje dvije biljne vrste koje imaju iste zahtjeve za hranivima. Tragajući ipak za nekim približnim riješenjem, zaključilo se da okvirne potrebe većine kulturnih biljaka prema NPK hranivima se mogu svesti na međusobni odnos N:P:K to jest omjer njihovih težinskih udjela u gnojivu. Tako u omjeru složenog gnojiva NPK 10-20-30 omjer hraniva je 1:2:3, a u gnojivu 5:15:30 omjer hraniva je 1:3:6 dok je u gnojivu 15:15:15 je omjer hraniva 1:1:1. Omjeri hraniva su važni jer s pravilnim odnosom gnojidbe, prilagođenom vremenu aplikacije i obliku hraniva nećemo napraviti ozbiljnu pogrešku u poljoprivrednoj proizvodnji i tako uvijek računajući na prosječnu plodnost zemlje ili supstrata. (Izvor : Lončarić i sur. 2015.)



Slika 1. Potrebe biljaka za hranjivima

(izvor : agrokлуб.hr)

Dušik (N) utječe na prinos biljaka i upravo zato se u ishrani bilja najviše pažnje posvećuje dušiku. Osnovni izvori dušika u pristupačnom obliku za biljku u tlu su : organske tvari tla-humus, preuzimanje iz zraka elementarnog dušika putem leguminoza, primjena organskih i mineralnih gnojiva. Potrebe biljaka za dušikom u poljoprivredi mogu se nadomjestiti mineralnim gnojivima. Dušik ulazi u sastav mnogih spojeva važnih za životne procese biljaka, kao što su: proteini, nukleinske kiseline, nukleotidi, klorofil i drugi spojevi. Uslijed velike pokretljivosti i sposobnosti premještanja u tlu i biljci treba ga u tlo unositi više puta tijekom vegetacije. Na primjer u jesen se unose ograničene količine ovisno o tipu tla i količini biljnih ostataka. Najveći dio dušika se unosi u tlo u vrijeme sjetve kako bi biljke u vrijeme dok je korijenov sustav slabo razvijem bile dobro ishranjene. U prihrani biljaka tijekom vegetacije dodaje se preostali dio dušika i to u dva oblika, u krutoj i tekućoj formi. Primjenom dušika u više navrata kroz vegetaciju biljaka smanjuju se gubitci ispiranjem ili hlapljenjem, jer biljke veći dio usvoje. Dušik utječe na otpornost biljaka prema visokim i niskim temperaturama te bolesti. Deficit dušika listovi biljaka su kraći, uži i blijedozelene boje zbog smanjenog sadržaja klorofila, same biljke brže stare i prinos je smanjen. Kod biljaka koje su obilno ishranjene dušikom dolazi do intenzivnog porasta vegetativnih organa i tamnozeleno boje lišća, dolazi do opadanja prinosa i ispiranja nitrata te onečišćenje podzemnih voda laganim i propusnim tlima.

Fosfor ( $P_2O_5$ ) utječe na važne životne procese u biljkama, prometu i skladištenju energije, boljem korištenju vode, diobi stanica i prenošenju nasljednih osobina, te ulazi u sustav fitina, nukleinskih kiselina, koenzima i drugih spojeva. Fosfor se u tlu, i u mineralnim gnojivima nalazi u vodotopivom obliku, biljkama lako pristupačnom ili u citrotopivom obliku koji je biljkama teže pristupačan. Usvajanje fosfora od strane biljaka je u najranijim faza rasta i razvoja, i u vrijeme razvoja generativnih organa. Pristupačnost fosfora ovisi o pH reakciji tla, temperaturi tla i vlazi. U hladnim, kiselim, teškim i zbijenim tlima dolazi do vezanja fosfora u ne topive oblike, pa time nije pristupačan za biljke. Teška tla treba kalcizirati kako bi nastali vodotopivi spojevi fosfora i samim time postali pristupačni biljkama. Deficit fosfora izražen je slabijim rastom biljaka, slabije razvijenim korjenovim sustavom te cvatnja i zrioba kasne. Dolazi do tamnozeleno boje lišća uz crvenkastu nijasnu. Veće količine fosfora ubrzavaju metabolizam, što uzrokuje kraću vegetaciju, prijevremenu cvatnju i starenje biljaka, a samim time se skraćuje period tvorbe plodova ili nalijevanje zrna.

Kalij ( $K_2O$ ) u biljci ima značajnu ulogu u aktivaciji enzima i regulaciji propusnosti staničnih membrana. Biljke dobro opskrbljene kalijem otporne su na posljedice suše i bolesti. Uslijed deficita kalija dolazi do usporenog rasta biljaka. Prvi simptomi zapažaju se na mlađem lišću koji su manji, normalne ili tamnije boje. Na starijem lišću vidljive su rubne nekroze, list se često savija prema dolje i cijela biljka poprima uvenući izgled. Do deficita kalija dolazi na lakim, pjeskovitim tlima, zatim teškim glinastim tlima sa izraženom mogućnošću fiksacije kalija i u tlima sa viškom kalcija i magnezija. Suvišak kalija se rijetko javlja na poljoprivrednim površinama, a moguć je na zaslanjenom tlu. (izvor : Lončarić i sur. Mineralna gnojiva i gnojidba ratrskih usjeva 2015.)



Slika 2. NPK gnojivo

(izvor : agroklub.hr)

### 1.3. Urea – $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$

Urea je visokokonzentrirano dušično gnojivo čiji je dušik u amidnom obliku. Svrstana je u grupu mineralnih (anorganskih) gnojiva iako je organska molekula. Stabilno je gnojivo dobrih skladišnih svojstava što ju čini najkorištenijim dušičnim gnojivom. Lončarić i Karalić ( 2015.) utvrdili su da se urea proizvodi kao granulirano, prilirano ili peletirano spordjelujuće gnojivo. Prilirana je urea manjih dimenzija i čvrstoće od granulirane te se više mrvljuje i sadrži više prašine, stoga je i higroskopnija. Urea se primjenjuje kao osnovno gnojivo u zaoravanje, te kao predsetveno i startno gnojivo plitko uneseno u tlo te u prihranama. Djeluje sporije od amonijevog nitrata pa urea ima značajno produženo djelovanje. Također, gnojivo je bez punila koje se vrlo dobro otapa u vodi i može se koristiti za kemigaciju, fertigaciju i za folijarnu ishranu. Urea nije elektrolit, ne disocira i otopine imaju nižu osmotsku vrijednost te se mogu koristiti u višim koncentracijama. Pri otapanju urea oduzima toplinu otapalu pa je potrebno pričekati prije primjene da otopina izjednači temperaturu s okolinom. Urea je gnojivo sa širokom primjenom, te nepravilna aplikacija može prouzročiti gubitke i neželjene probleme: 1. brza hidroliza ureje do amonijaka može imati fitotoksično djelovanje, posebice na klijance ako je veća količina ureje aplicirana blizu sjemena, 2. urea može sadržavati biuret koji je također fitotoksičan u

koncentracijama > 2 %, a u folijarnoj primjeni već u koncentracijama 0,25 – 0,5 %, 3. aplikacija granulirane ili prilirane ureje po površini tla bez odgovarajuće inkorporacije u tlo dovodi do značajnih gubitaka volatizacijom zbog brze hifrolize reje do amonijaka. Niske temperature i vlažnost smanjuju gubitke, 4. ureu ne treba koristiti za prihranu ozimih strnih žita pri niskim temperaturama i na slabo razvijene biljke jer može izazvati trovanje uslijed povećanja koncentracije amonijaka, što rezultira do zastoja u vegetaciji, 5. pri višim temperaturama primjena ureje za prihranu može izazvati ozbiljna oštećenja na listu što rezultira prolaznim zakiseljavanjem. Sadržaj dušika (N) u urei je 46%, sadržaj biureta do 1%, sadržaj vlage do 0,5 % i sadržaj čestica 0,5 -3 mm najmanje 96% . Ureom se prihranjuje većina poljoprivrednih kultura, osim šećerne repe. Vrlo jednostavno na samom gospodarstvu napravimo tekuće dušično gnojivo za folijarnu prihranu, teoretski se u jednu litru vode može otopiti kilogram uree. U praksi se relativno brzo otapa i 25 – 30 kg uree u 100 litara vode što potpuno zadovoljava, jer samo neke kulture, strne ćitarice i travnjaci podnose tako visoke koncentracije dušika dok sve ostale zahtjevaju niže koncentracije (slika3).

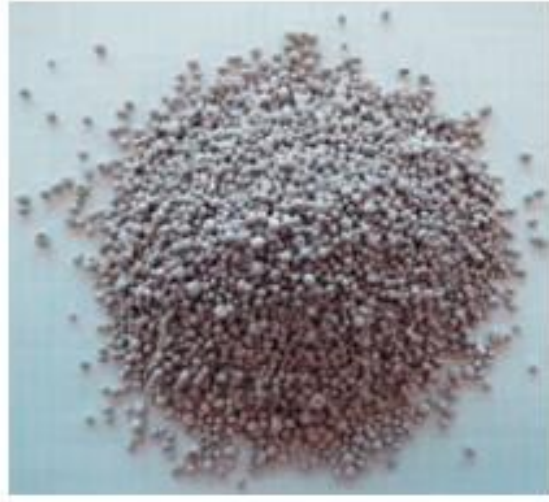
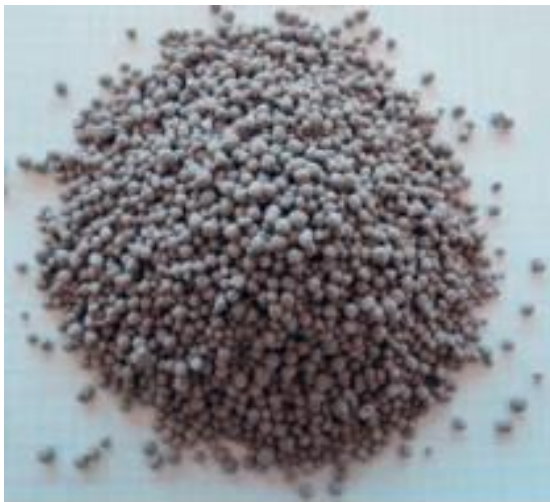
KULTURA	KONCENTRACIJA	KULTURA	KONCENTRACIJA
Žitarice	do 30 %	Mahune	0,3 - 0,6 %
Livade	do 30 %	Krastavci	0,5 - 1,0 %
Kukuruz	0,6 - 6,4 %	Rajčica	0,4 - 0,7 %
Uljana repica	do 30 %	Paprika	0,5 - 0,7 %
Šećerna repa	do 4,5 %	Celer	0,8 - 2,4 %
Krumpir	do 5,0 %	Mrkva / peršin	1,2 - 3,0 %
Voćnjaci	0,5 - 2,0 %	Kupus	0,8 - 1,6 %
Maslina	3 - 5 %	Salata	0,6 - 1,0 %
Vinova loza	0,7 - 1,0 %	Luk	1,6 - 2,5 %
Lubenica	do 0,5 %	Cikla	1,5 - 2,0 %

Slika 3. Ispitane i preporučljive koncentracije otopine UREA za različite kulture

(izvor : agroklub.hr)

#### 1.4. Kalcijev amonijev nitrat (KAN)

KAN odnosno kalcijev amonijev nitrat ili vapneni amonijev nitrat spada u skupinu amonijsko nitratno dušičnih gnojiva. Pojedinačno je gnojivo koje predstavlja AN pomiješan s vapnencem ( $\text{CaCO}_3$ ) ili dolomitom ( $\text{CaCO}_3 \times \text{MgCO}_3$ ). KAN sadrži 27 % dušika, od čega je pola dušika u amonijskom i pola u nitratnom obliku. Također sadrži 4.5 – 5.5 % MgO, 6.5 – 8.5 CaO, nije kiselotvorno i ima bolja fizikalna svojstva od čistog amonijevog nitrata. Zakiseljavajući rezidualni efekt neutraliziran je kationima Mg i Ca prisutnim u KAN-u. KAN deklariran kao EZ gnojivo mora sadržavati minimalno 20 % dušika, a uz amonijev nitrati smije sadržavati samo dolomit i/ili kalcijev karbonat. Minimalni udio karbonata mora biti 20 % . Kalcijev amonijev nitrat se proizvodi kao prilirano ili granulirano gnojivo. Koristi se najčešće za prihranu ali i za stratnu gnojidbu jer nitratni dušik djeluje odmah, a amonijski dušik ima produžno djelovanje. (izvor : Lončarić i sur. Mineralna gnojiva i gnojidba ratarskih usjeva 2015.)



Slika 4. Granulirani KAN Slika 5. Prilirani KAN

(izvor: Lončarić i sur. Mineralna gnojiva i gnojidba ratarskih usjeva 2015.)

## **2. MIJEŠANJE MINERALNIH GNOJIVA I SREDSTVA ZA ZAŠTITU BILJA**

Deformirane biljke s različitim stupnjem oštećenja mogu biti posljedica primjene folijarnih gnojiva i/ili sredstava za zaštitu bilja. Tijekom vegetacije, u sezoni poslova, dolazi često do potrebe miješanja 2 ili čak više sredstava za zaštitu bilja i/ili folijarnih gnojiva. Istovremena primjena znači uštedu goriva i vremena (u jednom prohodu primjenjuju se različita sredstva). Određena sredstva za zaštitu bilja mogu se miješati sa folijarnim gnojivima ili regulatorom rasta, međutim postoje slučajevi da njihovo miješanje dovodi do kemijskih reakcija koje za posljedicu mogu imati pojavu fitotoksičnosti, sinergistično djelovanje ili smanjenje učinka preparata. Oštećenja mogu biti trajna ili prolazna. Znakovi oštećenja mogu biti deformacije i sušenje dijelova biljnog tkiva ili čitavih organa biljaka, ožegotine ili propadanje cijelog usjeva. Uzroci su različiti, kao što je pogrešan izbor preparata, primjene preparata na kulturi za koju preparat nije registriran, primjena neprimjerene doze, osjetljivost sorte i/ili vrste, nekvalitetan način pripreme i primjene pripravka ili mješavine, nepovoljne vremenske prilike, primjena po vjetrovitom vremenu i zanošenje na neciljane usjeve. Pri tretiranju nekih ratarskih kultura (na primjer suncokret, uljana repica) protiv korova, treba voditi računa o tome da na tržištu postoje sorte kod kojih su oplemenjivači unijeli otpornost na pojedine aktivne tvari herbicida. Međutim, ako se herbicidima tretiraju konvencionalne sorte koje nisu otporne na aktivne tvari, primjena herbicida će na takvim sortama potpuno uzrokovati propadanje usjeva za nekoliko dana. (izvor: [gospodarski.hr](http://gospodarski.hr))





Slika 5. Posljedica primjene mješavine sredstava za zaštitu bilja i/ili folijarnih gnojiva  
(izvor: [gospodarski.hr](http://gospodarski.hr))



Slika 6. Posljedica primjene mješavine sredstava za zaštitu bilja i/ili folijarnih gnojiva  
(izvor: [gospodarski.hr](http://gospodarski.hr))



Biljke koje su tijekom ljetnih mjeseci izložene čestim stresnim uvjetima, poput nedostatka vlage u tlu i/ili zraku, visokim temperaturama tla i zraka, insolaciji ili su oštećene tučom su oslabljene i osjetljive na primjenu sredstava za zaštitu bilja. U takvim uvjetima primjena folijarnih gnojiva sredstava za zaštitu bilja nije preporuka, preporučava se primjeniti neki od biostimulatora koji pomažu biljkama da se što prije oporave od stresa. Prilikom primjene sredstava za zaštitu bilja obavezno je pročitati uputstvo i etiketu i pridržavati se uputa proizvođača kojima se propisuje način pripreme škropiva i mogućnost miješanja. Prilikom miješanja gnojiva sa sredstvima za zaštitu bilja nužno je provjeriti kompatibilnost prije same primjene. (izvor: [gospodarski.hr](http://gospodarski.hr))



Slika 7. Tlo izloženo stresnim uvjetima

(izvor: [gospodarski.hr](http://gospodarski.hr))

### 3. PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA

#### 3.1. Promjena pH vrijednosti uslijed upotrebe mineralnih gnojiva

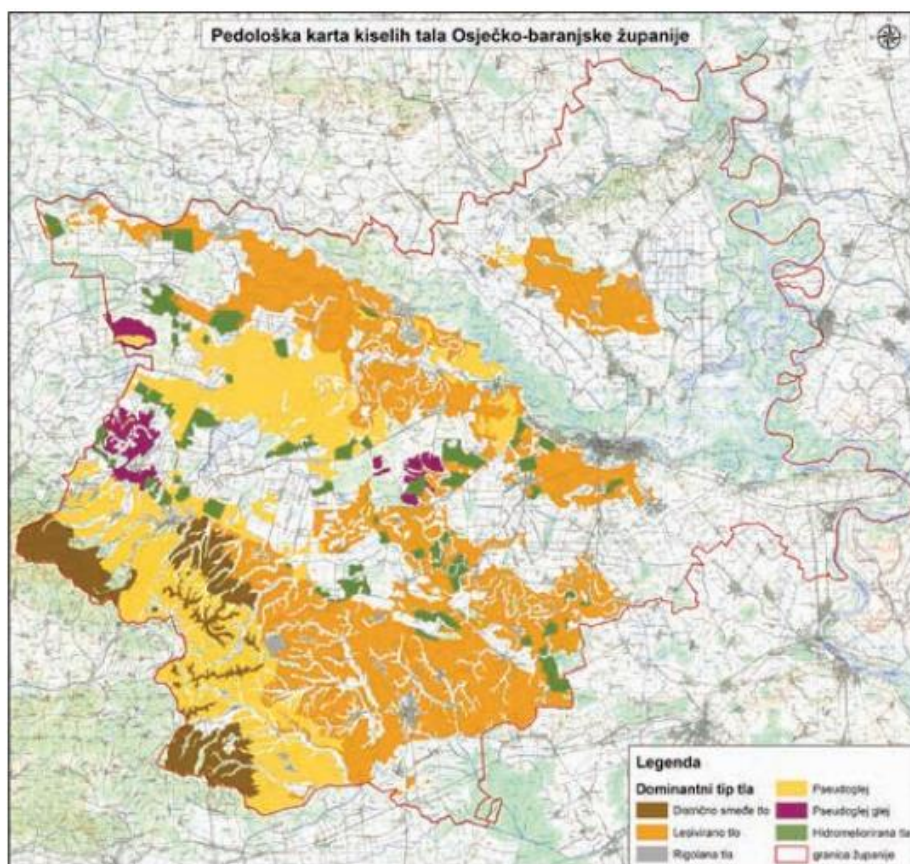
Prema prikazu zastupljenosti tipova tala u Osječko-baranjskoj županiji (*Plan navodnjavanja Osječko-baranjske županije*) i u Vukovarsko-srijemskoj županiji (*Plan navodnjavanja Vukovarsko-srijemske županije*) ukupno je sistematizirano 618.420 ha, od čega 388.014 ha (62,74%) u Osječko-baranjskoj županiji i 230.406 ha (37,26%) u Vukovarsko-srijemskoj županiji. U ove dvije županije ukupno je oko ¼ kiselih tala, točnije 27,53% ili 107.228 ha od ukupno sistematiziranih 618.420 ha. Prema načinu korištenja, 72% kiselih tala su poljoprivredna tla, a 28% su pod šumom. Usporedimo li županije, u Osječko-baranjskoj županiji je čak ⅔ kiselih tala (80,7%) a u Vukovarsko-srijemskoj preostala ⅓ kiselih tala (19,3%). Na području Osječko-baranjske županije sedam je tipova kiselih tala (slika 8) svrstanih u dva odjela: automorfna i hidromorfna tla.

Tip tla	Površina (ha)		
	Pod šumom	U poljoprivredi	Ukupno
Ranker	825	42	867
Distrično smeđe	10.773	4.661	15.434
Lesivirano tlo	10.641	58.057	68.698
Rigolana tla		971	971
Pseudoglej	13.382	14.852	28.234
Pseudoglej-glej	3.814	7.461	11.275
Hidromeliorirano drenažom		11.928	11.928
<b>Ukupno</b>	<b>39.435</b>	<b>97.972</b>	<b>137.407</b>

Slika 8. Zastupljenost tala u Osječko-baranjskoj županiji

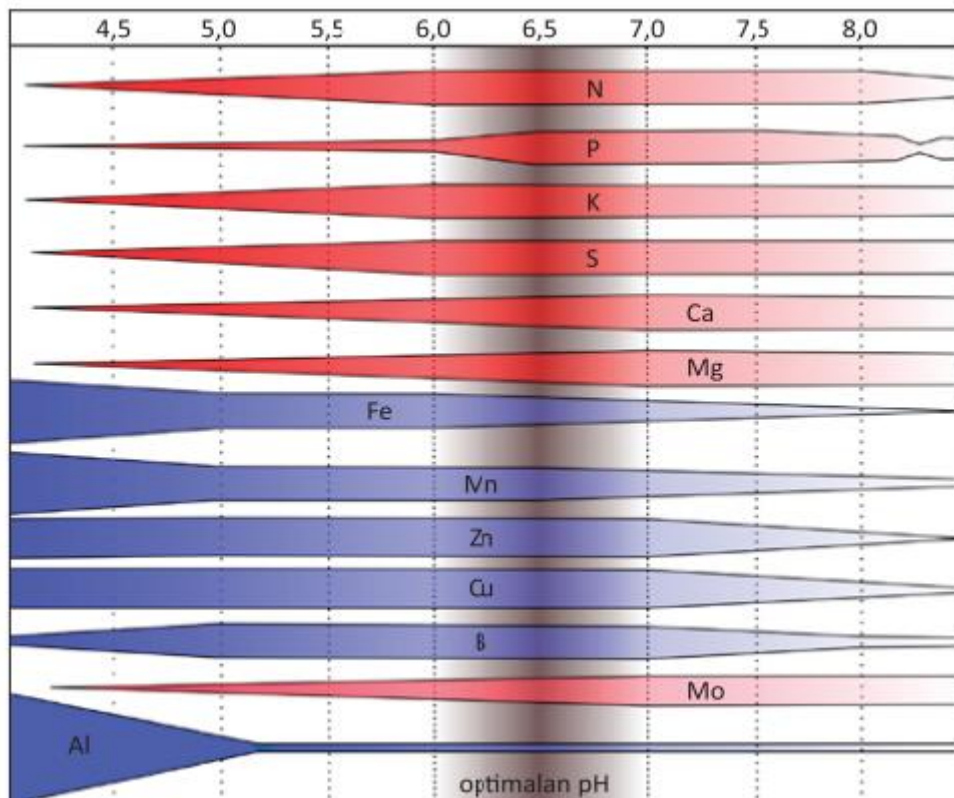
(izvor: Plan navodnjavanja Osječko-baranjske županije)

U poljoprivrednoj su proizvodnji dva najdominantnija tipa kiselih tala, lesivirano tlo i pseudoglej jer zauzimaju gotovo 75 % poljoprivrednih površina Osječko-baranjske županije. Također, ova dva tipa tla sa svojih 96.932 ha čine 25 % svih površina Osječko-baranjske županije. Kisela tla uglavnom se prostiru u centralnom i zapadnom dijelu županije što je uvjetovano i povećanjem godišnje količine obotina od istoka prema zapadu.



Slika 9. Pedološka karta kiselih tala u Osječko-baranjskoj županiji  
(izvor: Lončarić i sur. Kalcizacija tala u pograničnom području, 2015.)

Potrebu kalcizacije utvrđujemo na temelju kemijskih svojstava tla, što je svakako bolje nego da to kasno zaključimo na temelju limitiranog rasta usjeva. Moguću potrebu neutralizaciju suviše kiselosti implicira nam (pre)niska pH reakcija tla. pH je negativan logaritam aktiviteta  $H^+$  iona, pa se u iskazivanju pH vrijednosti koristi logaritamska skala. Stoga niža pH vrijednost (npr pH 4 u odnosu na pH 6) znači veću kiselost tj. veću koncentraciju  $H^+$  iona. Tako pH vrijednosti 4,0, 5,0 i 6,0 znače da je tlo s pH 5 čak 10 puta kiselije od tla čiji je pH 6, a tlo s pH 4 kiselije je čak 100 puta. pH se mjeri u suspenzijama tla u deioniziranoj vodi (pH  $H_2O$ ), otopini 0,01 M CaCl (pH CaCl) ili otopini 1 M KCl (pH KCl)



Slika 10. Utjecaj pH tla na raspoloživost hraniva

(izvor: Lončarić i sur. Klacizacija tala u pograničnom području, 2015.)

Bouman i sur. (1993.) su istraživali da kiselost koja nastaje od dušikovog gnojivo ovisi o raznim čimbenicima kao što su sastav gnojiva, klimatski uvjeti i uvjeti tla te rast usjeva koji se uzgajaju. Njihov cilj je bio kvantificirati učinke zakiseljavanja uree i bezvodnog amonijaka kada se koriste kao gnojivo za proizvodnju žitarica u Kanadi. Gnojivo se unosi jednom godišnje (na dubini od 10 cm) u tlo srednje teksture i kiselosti tla koja je približno 5,5. Kiselost tla se povećala kada se povećala primjena dušične stope sa bezvodnim amonijakom koji je prouzročio veće zakiseljavanje od uree. Iako su pH vrijednosti niske i do 4,3, zabilježene su na tlima koja su tretirana bezvodnim amonijakom, a KCl-ova izmjenjiva kiselost ostala je niska. Glavni učinak zakiseljavanja bio je iscrpljivanje izmjenjivi  $\text{Ca}^{2+}$  i  $\text{Mg}^{2+}$  kationa. Topljivost Mn (ali ne i  $\text{Al}^{3+}$ ) se značajno povećavala kako se pH smanjivao, sa koncentracijama otopine od približno  $30 \text{ mg Mn L}^{-1}$  koje su zabilježene 6 dana nakon unošenja amonijaka. Kiselost koja je nastala bezvodnim amonijakom uspoređena je s predviđenim vrijednostima, pretpostavljajući da je svaki primjenjen amonijak oksidiran do  $\text{NO}_3^-$  (sa proizvodnjom  $1 \text{ mol H}^+ \text{ mol}^{-1} \text{ N}$ ) i da su ti protoni djelomično neutralizirani do  $\text{OH}^-$  kada je  $\text{NO}_3^-$  oslobođen i preuzet od strane biljaka. Zakiseljavanje zbog izvoza baze u zrnu bilo je značajno jer pšenica (*Triticum aestivum* L.) i

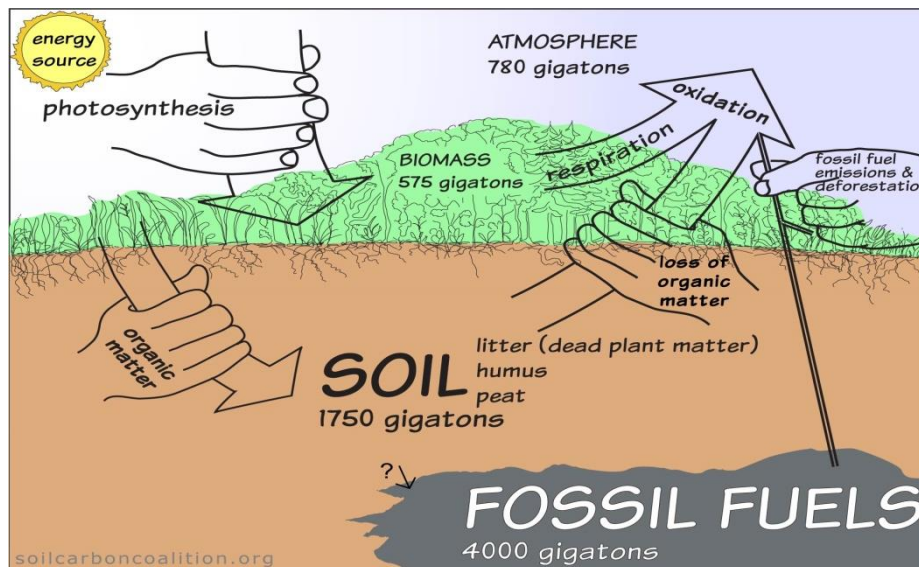


ječam (*Hordeum vulgare* L.) uklanjaju samo manji višak kationa preko aniona. Urea nije uspjela ostvariti svoj puni potencijal za zakiseljavanje zbog očiglednog gubitka dušika iz tla pomoću volatizacije amonijaka.

Barak i sur. (1997.) utvrdili su da je agroekosustav međuprostor između prirodnog i industrijskog ekosustava i zauzimaju gotovo  $\frac{1}{3}$  kopnenih područja. Kemijski poremećaji su posljedica ljudske aktivnosti koje uključuju unos hraniva u agroekosustav kao posljedica intenziteta te aktivnosti, što uključuje hranjive unose namijenjene za dopunu prirodnih rezervnih hranjivih tvari i za podršku većoj proizvodnji i uklanjanju biomase. Dugoročno ispitivanje plodnosti tla u South-Central Wisconsin USA, dolazi do značajnog povećanja u izmjenjivoj kiselosti koje je praćeno smanjenjem sposobnosti kationskog izmjenjivačkog kapaciteta, zasićenjem baza i izmjenjivim  $\text{Ca}^{2+}$  i  $\text{Mg}^{2+}$  sa primjenom na amonijevom dušičnom gnojivu.

Hayens i Naidu (1998.) zaključuju da su učinci vapna, umjetnog gnojiva i balege, status organske tvari i fizikalna svojstva tla važna za održivost poljoprivrede. Njihovi učinci su kompleksni i mogu se dogoditi razne interakcije. U kratkom vremenu vapnjenje može rezultirati disperzijom glinenih koloida i stvaranjem površinskih kora. Kako se povećava vrijednost pH, tako se povećava negativni naboj na površini koloida i dobojne sile među česticama dominiraju. Međutim, pri višoj količini vapna, koncentracije  $\text{Ca}^{2+}$  i ionske moći u rastu otopine tla uzrokuju kompresiju električnog dvostrukog sloja u obnovljenu flokulaciju. Kada su pristuni u dovoljnim količinama i vapno i hidroksi-Al polimeri koji su formirani taloženjem izmjenjivih Al, mogu djelovati kao cementni agensi koji se spajaju zajedno sa česticama tla i tako poboljšavaju strukturu tla. Vapnjenje često uzrokuje privremeni porast mikrobiološke aktivnosti tla, ali učinci toga na agregaciji tla nisu jasni. Predlaže se da će dugoročno vapnjenje povećati prinose usjeva i povećanje organske tvari. Potrebno je proučavati te odnose na postojećim dugoročnim ispitivanjima vapnjenja to jest kalcizacije tla. Gnojiva se unose u tlo kako bi se održavali i poboljšali prinosi usjeva. Dugoročno povećanje prinosa usjeva i povratak organske tvari s redovitim primjenama gnojiva rezultiraju višom količinom organske tvari u tlu te se postiže veća biološka aktivnost tla za razliku od kada se ne primjenjuju gnojiva. Dugotrajne primjene gnojiva su u brojnim slučajevima zabilježene u povećanju stabilnosti agregata u vodi, povećanju kapaciteta infiltracije, poroznosti i hidrauličke provodljivosti te smanjenju gustoće mase. Dodatci gnojiva mogu također imati fizikalno-kemijske učinke koji utječu na agregaciju tla. Fosfatno gnojivo i fosforna kiselina mogu pogodovati agregaciji formiranjem agenasa za vezanje Al i Ca fosfatam dok se gnojivo  $\text{NH}_4^+$  nakuplja u tlu pri visokim koncentracijama, gdje

može pogodovati disocijacija glinenih koloida. Povećanje organskih gnojiva rezultira povećanim udjelom organske tvari u tlu. Problemi povezani sa velikim primjenama gnojiva uključuju disperziju uzrokovanu akumuliranjem  $K^+$ ,  $Na^+$ , i  $NH_4^+$  u tlu i proizvodnju supstanci koje odbacuju vodu pomoću gljiva koje su razgrađivači.



Slika 11. Dijagram ciklusa tla

(izvor: electricdiagram.today)

Prasad i Singh (1980.) utvrdili su da kontinuirana upotreba gnojnice i NPK gnojiva tijekom razdoblja od 20 godina je pomogla u poboljšavanju i održavanju fizikalnih svojstava tla te organskog sadržaja ugljika zakiseljenog tla, dok je primjena dušičnog gnojiva pomalo pogoršala fizikalna svojstva tla. Status dostupnih P, N, Zn i Fe elemenata u tlu se znatno poboljšao korištenjem uravnoteženog gnojiva i gnojnice. Vapno (u kombinaciji sa NPK) smanjuje dostupne sadržaje mikronutrijenata. Primjena vapna i gnojnice dovodi do poboljšanja strukture tla i povećanog kapaciteta zadržavanja vode.

Liang i sur. (2011) postavili su cilj da usporede imobilizaciju  $NH_4^+$  i N glinenih minerala i mikrobilošku biomasu u tlima različitim gnojibom. Drugi cilj je bio procijeniti učinke raspoloživih C i N dodataka na stabilizaciju organskog ugljika u antropogenom tlu. Koristili su tri tretmana tla, to jest (A) tlo bez gnojiva, (B) tlo sa anorganskim NPK gnojivima i (C) tlo sa stajnjakom i anorganskim NPK gnojivima, sa 18 godina starog terenskog ispitivanja u južnom Plateau Loessu, Kina. Dva kratkotrajna ispitivanja inkubacije korištena su za procjenu utjecaja dodavanja raspoloživog dušika ( $NH_4^+ -N$ ) i C (glukoze) na fiksiranje  $NH_4^+$  pomoću glinenih

minerala i raspada organskog dušika u tim tlima.  $\text{NH}_4^+$  koji su fiksirani mineralima gline na tlu sa stajnjakom i anorganskim NPK (C) (3,8% dodanog N) značajno je ( $P < 0,05$ ) niži od onog u tlu bez gnojiva(A) i tlu sa anorganskim NPK gnojivom (B) (14,1% i 9,5% dodanog N). Stopa razgradnje organskom ugljika u tlu sa stajnjakom i anorganskim NPK(C)(3,3%) tijekom inkubacije bila je znatno ( $P < 0,05$ ) niža nego u tlu bez gnojiva(A) i tlu sa anorganskim NPK(B) (4,4% i 4,2%). Dodatno  $\text{NH}_4^+$  -N značajno je ( $P < 0,05$ ) povećao raspadanje organskog ugljika u tlu u različitim tretmanima tla, a tlo sa stajnjakom i anorganskim NPK je također imalo nižu razinu dekompozicije od tla bez gnojiva(A) i tla sa anorganskim gnojivom(B). Autori su zaključili da dugotrajna kombinirana primjena stajnjaka i gnojiva NPK smanjuje fiksiranje  $\text{NH}_4^+$  pomoću glinenih minerala i poboljšava stabilizaciju organskih C u tlu.



Slika 12. Tlo je neobnovljiv izvor (izvor: FAO)

## 4. ZAKLJUČAK

Postoji mit koji se temelji na mišljenju da su mineralna gnojiva otrov za biljke i tlo jer uništavaju gubavice i mikroorganizme u tlu koji su korisni, potiču rast korova te štetno djeluju na zdravlje stoke i ljudi koji jedu tako proizvedenu hranu. Biljke grade organsku tvar iz kemijskih elemenata koji su prirodni, bez obzira potječu li iz organskog ili mineralnog gnoja, komposta ili iz minerala tla. Na primjer dušik iz uree ili KAN-a potječe iz atmosfere, kao i onaj u stajskom gnoju i također je prirodan i jednak onom iz stajskog gnoja. Kalij je podrijetlom iz morskih sedimenata, a fosforna gnojiva potječu iz fosfatnih stijena. Dakle, mineralna gnojiva su prirodnog podrijetla, priroda gradi biljna hraniva, a industrija ih transformira u oblike koje biljke mogu usvojiti. Gnojidba značajno utječe na plodnost tla i stabilnost prinosa koji su usko povezani jer veća plodnost podrazumijeva veću raspoloživost hraniva i veću sposobnost tla da neutralizira sezonske nepovoljne utjecaje kao što su suša ili nepovoljan rezultat nedovoljne ili suviše gnojidbe i tako doprinosi stabilnosti prinosa. Ipak, tlo manje plodnosti nema sposobnost neutralizacije pogrešne gnojidbe jer ne može adsorbirati prekomjerno dodana gnojiva niti može osigurati dovoljno raspoloživih hraniva procesima mobilizacije. Nedovoljna gnojidba siromašnih tala rezultirat će padom plodnosti, njihovom degradacijom, padom raspoloživih hraniva, dok optimalna gnojidba siromašnih tala rezultira povećanjem plodnosti tla i povećanjem raspoloživosti hraniva. Kako bi neutralizirali suvišnu kiselost i postigli ciljnu pH vrijednost za uzgoj određene biljne vrste potrebno je provoditi kalcizaciju to jest mjeru kojom se u tlo primjenjuje sredstvo koje sadrži Mg ili Ca. Potrebno je postupno djelovati na promjenu pH tla, jer promjena od vrlo kisele do neutralne sredine potpuno mijenja uvjete što onda utječe na unošenje većih količina organskih gnojiva, te zahtjeva meliorativne doze mineralnih gnojiva prvenstveno mikroelemenata te fosfora. Kalcizacijom se mobiliziraju vezana biljna hraniva te ubrzava razgradnja organskih tvari što ima prolazno povoljan učinak pa se mora primjeniti odgovarajuća gnojidba. S obzirom na to da postoje suprotnosti između Ca i drugih iona (K, Mg, B ...) dolazi do povećane potrebe za gnojidbom mineralnih i organskim gnojivima. Kako bi kalcizacija došla do svog punog izražaja u tlu je mora pratiti obilna organska i mineralna gnojidba. Iz ove činjenice proizlazi izreka: „*Vapnjenje tla obogaćuje očeve, a osiromašuje sinove*“.



## 5. POPIS LITERATURE

1. Lončarić, Z., Karalić, K. (2015): Mineralna gnojiva i gnojidba ratarskih usjeva. Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Kralja Petra Svačića 1d, HR-31000 Osijek, Hrvatska.
2. Lončarić, Z., Rastija, D., Karalić, K., Popović, B., Ivezić, V., Lončarić, R. (2015): Kalcizacija tala u pograničnome području. Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Kralja Petra Svačića 1d, HR-31000 Osijek, Hrvatska.
3. Haynes, R.J., Naidu, R. (1998.): Influence of lime, fertilizer and manure applications on soil organic matter content and soil physical conditions. *Nutrient cycling in Agroecosystems* 51(2), 123-127.
4. Barak, P., Jobe, B.O., Krueger, A.R., Peterson, L.A., Laird, D.A.(1997): Effects of long-term soil acidification due to nitrogen fertilizer inputs in Wisconsin. *Springer journal*. 197(1), 61-69.
5. Bouman, O.T., Curtin, D., Campbell C.A., Biederbeck V.O., Ukrainetz, H.(1993): Soil acidification long-term use of anhydrous ammonia and urea. *Soil science society of America journal* 59(5), 1488-1494.
6. Prasad, B., Singh, A.P. (1980): Changes in soil properties with long-term use of fertilizer, lime and farmyard manure. *Journal of the Indian Society of soil science* 28(4), 465-468.
7. Liang, B., Yang, X., He, X., Murohy, D.V., Zhou, J.(2011): Long-term combined application of manure and NPK fertilizer influenced nitrogen retention and stabilization of organic C in loess soil 353(1-2), 249-260.

<https://www.agroklub.com/gnojiva/>

<https://petrokemija.hr/hr-hr/Proizvodi-i-usluge/Gnojiva>

<http://www.gospodarski.hr/Publication/2018/10/nepaljiva-primjena-sredstava-za-zatitu-bilja-i-folijarnih-gnojiva/8860#.W4MPb-gzaM8>