**VELEUČILIŠTE U KRIŽEVCIMA**

**SPECIJALISTIČKI STRUČNI DIPLOMSKI STUDIJ POLJOPRIVREDE**

**ODRŽIVA I EKOLOŠKA POLJOPRIVREDA**



MODUL: ANALIZE TLA I GNOJIDBA

**PREPORUKE GNOJIDBE ZA KUKURUZ**

**-izvješće-**

Nositelj modula: dr. sc. Andrija Špoljar, prof. struč. stud.

Surealizator/ica: dr. sc. Ivka Kvaternjak, prof. struč. stud.

Student: Patrik Majetić, bacc. ing. agr.

KRIŽEVCI, siječanj 2023.

# KAZALO

[1. UVOD 1](#_Toc126140968)

[1.1. Cilj istraživanja 2](#_Toc126140969)

[2. KEMIJSKE ZNAČAJKE 3](#_Toc126140970)

[3.1. Hidro melioracijske mjere uređenja 4](#_Toc126140971)

[3.2. Agro melioracijske mjere uređenja 4](#_Toc126140972)

[4. PREPORUKE GNOJIDBE 5](#_Toc126140973)

[5. ZAKLJUČAK 7](#_Toc126140974)

[6. LITERATURA 8](#_Toc126140975)

[7. PRILOZI 9](#_Toc126140976)

# 1. UVOD

Terenska pedološka istraživanja obavljena su prema međunarodnim standardima. U sklopu toga utvrđene su bitnije endomorfološke značajke tla. Za kontrolu plodnosti u ratarskoj proizvodnji uzorkuje se oranični sloj tla. Za potrebe istraživanja odabrana je jedna parcela. Broj i prostorni raspored uzoraka tla ovisi o cilju istraživanja, stanju na terenu, veličini i obliku parcele. Kod formiranja kompozitnih uzoraka najviše se koristi nesustavni statistički uzorak koji je sastavljen od pojedinačnih uzoraka u rasporedu: X, N, W ili u cik-cak liniji (Pernar i sur. 2013.). Na odabranoj parceli pojedinačni uzorci uzimani su prema X rasporedu pomoću sonde s dubine 0-30 cm. Sonde su naprave koje se utiskuju u tlo okomito na njegovu površinu. Uzorkovanje pomoću sonde obavljeno je ručno. Uzorci tla uzimaju se raznim alatima, kao što su: svrdlo, nož, sonda, lopata, lopatica te druga pomagala. Za prikupljanje uzoraka korištena je plastična posuda u kojoj se homogenizirao kompozitni (prosječni) uzorak sastavljen od dvanaest pojedinačnih uzoraka. Usitnjen i homogenizirani uzorak stavljen je na najlonsku prostirku gdje je „metodom četvrtanja“ dobivena željena masa od oko 0,6 do 0,8 kg. Uzorak tla je stavljen u vrećicu s naznakom datuma i dubine uzorkovanja te naziva parcele.

Terenskim istraživanjem utvrđena je pedosistemska pripadnost i tlo je razvrstano kao hipoglej mineralni nekarbonatni s razinom podzemne vode unutar 75 cm dubine (Špoljar, 2015.). Tlo loše gospodari vodom, ima nepovoljne vodozračne, toplinske i hranidbene odnose. Pretpostavka je da u dijelu godine u tlu nema dovoljno zraka zbog visoke razine podzemne vode. U takvim nepovoljnim uvjetima dolazi do nemogućnosti primanja hraniva. Biljka prima hraniva folijarno ili putem korijenovog sustava u uvjetima povoljne vlažnosti, a to je optimalni interval vlažnosti. Sadržaj vode iznad kapaciteta tla za vodu, kao i ispod lentokapilarne vlažnosti nije poželjan. Ako se održava optimalni interval vlažnosti tada biljka uz druge povoljne uvjete, kao što je na primjer reakcija tla može neograničeno primati potrebna hraniva. Preveliki ili premali sadržaj vode u tlu, izvan ovih granica, ograničava biljnu proizvodnju. Stoga je nužno urediti vodozračne odnose, a zatim planirati gnojidbu prema sadržaju hraniva u tlu i na temelju njihovog iznošenja za planirani prinos kulture. To nije moguće ukoliko vodozračni odnosi nisu povoljni. Nepovoljnu reakciju treba korigirati kalcifikacijom na temelju potencijalne kiselosti tla, a onda provesti gnojidbu s izračunatim količinama gnojiva. Na ovakav se način održivo gospodari poljoprivrednim zemljištem.

## 1.1. Cilj istraživanja

Cilj istraživanja je dati preporuke gnojidbe na temelju provedenih laboratorijskih analiza za planirani prinos kukuruza. Kako bi se postigli optimalni prinosi kukuruza također će se dati i druge preporuke uređenja proizvodne površine.

# 2. KEMIJSKE ZNAČAJKE

U laboratoriju su analizirane sljedeće kemijske značajke tla: reakcija tla (pH vrijednost) u vodi i u 1M KCl-u, hidrolitska kiselost tla (y1), kapacitet i stanje zasićenosti adsorpcijskog kompleksa tla, količina humusa prema Tjurinu, sadržaj P2O5 i K2O u tlu (Šimunić i sur. 2007). Tablica 1. prikazuje kemijske značajke tla.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| dubina, cm | pH u vodi | pH u 1M KCl | hidrolitska kiselost, y1 | V, % | humus, % | AL metodamg/100g tla P2O5 |  AL metodamg/100g tla K2O |
| 0-30 | 5,24 | 4,73 | 20 | 54,86 | 3,95 | 7,57 | 10,91 |
| Ocjena: | kiselo | kalcifikacijaje nužna | visoka zasićenost | dosta humozno | slabo opskrbljeno | slabo opskrbljeno |

 Tablica 1. Kemijske značajke tla

 **Tumač:** V – stupanj zasićenosti adsorpcijskog kompleksa bazama, P2O5 – fiziološki aktivni fosfor, K2O – fiziološki aktivni kalij

Na temelju podataka o kemijskim značajkama tla može se reći da je tlo od
0-30 cm kiselo. Iz podataka o hidrolitskoj kiselosti proizlazi da je kalcifikacija nužna mjera popravka nepovoljne kiselosti tla. U tlo se preporuča unijeti 90 dt/ha CaCO3 ili 50 dt/ha CaO. Izračunate količine materijala za klacifikaciju treba preraspodijeliti u dva navrata. Na temelju dobivenih podataka o sadržaju fiziološki aktivnog fosfora i kalija može se zaključiti da je riječ o tlu koje je slabo opskrbljeno ovim hranivima. Tlo je dosta humozno i nužno je očuvati tu razinu opskrbljenosti humusom, budući da je on izvor biljnih hraniva, dobro upija vodu i tvori stabilnu strukturu. To rezultira povoljnim utjecajem na rast i razvoj poljoprivrednih kultura. Iz podataka o zasićenosti adsorpcijskog kompleksa bazama proizlazi kako je tlo osrednje bogato bazama. Ako je zasićenost koloidnog kompleksa tla bazama veća, one su slabije vezane i biljkama lakše pristupačne. Iz navedenoga proizlazi kako je tlo potrebno kalcificirati i održavati postojeću razinu opskrbljenosti humusom.

**3. PREPORUKE UREĐENJA ZEMLJIŠTA**

Održive prinose poljoprivrednih kultura moguće je postići isključivo na uređenim proizvodnim površinama (Brenc, 2015.). Zbog toga je na odabranoj proizvodnoj površini gdje je utvrđen hipoglej mineralni nekarbonatni potrebno provesti hidro- i agro- melioracijske mjere uređenja.

## 3.1. Hidro melioracijske mjere uređenja

Navedena proizvodna površina ugrožena je od suficitne podzemne vode koja se pojavljuje unutar 75 cm dubine u određenom dijelu godine. Suficitnu podzemnu vodu moguće je odvesti sustavom otvorenih kanala i podzemnom odvodnjom (cijevna drenaža). Sakupljanje i odvođenje suficitne vode je nužno, jer loši vodozračni odnosi u bilo kojoj fazi razvoja biljke nepovoljno utječu na prinos uzgajanih kultura. Dozvoljeno vrijeme plavljenja proizvodnih površina iznosi 12 sati. Visoka razina podzemne vode važan je uzrok nestabilne biljne proizvodnje na ovom tlu. Potrebno je provesti dodatna hidropedološka istraživanja kako bi se projektirao najpovoljniji sustav cijevne drenaže (dubina cijevne drenaže, razmak cijevne drenaže). Kako je riječ o tlu lakše teksture nisu potrebne dodatne melioracijske mjere uređenja (podrivanje i krtičenje). Podrivanje se preporuča kod tala sa 17 do 35% gline, a iznad 35% gline provodi se krtičenje (Špoljar, 2015.).

## 3.2. Agro melioracijske mjere uređenja

 Većina poljoprivrednih kultura zahtijeva blago kiselu do praktički neutralnu reakciju. Kalcifikacijom je potrebno pH dovesti do optimalnih vrijednosti. U kiselim uvjetima sredine dolazi do tvorbe teško topljivih aluminijevih i željezovih fosfata, koje biljka ne može primati. Stoga je nužna neutralizacija kiselosti kako bi se mobilizirao vezani fosfor u tlu. U uvjetima niske pH vrijednosti gotovo svi mikroelementi (osim molibdena) javljaju se u toksičnim količinama, a taj problem se može riješiti isključivo kalcifikacijom. Na temelju utvrđene hidrolitske kiselosti neutralizacijom je potrebno podići pH do vrijednosti 7, a to omogućuje optimalne uvjete za uzgoj vrlo osjetljivih poljoprivrednih kultura. Njenom provedbom, kako je istaknuto, povećava se pristupačnost hraniva. Ona također povoljno utječe na vodozračne odnose u tlu, odnosno poboljšava se struktura tla. Utječe na tvorbu zrelog humusa te se povećava mikrobiološka aktivnost tla. Osim kalcijevog karbonata (CaCO3) i kalcijevog oksida (CaO) za kalcifikaciju je moguće koristiti i druge materijale bogate kalcijem i magnezijem. Na temelju dobivenih podataka (Tablica 1.) može se reći da je tlo slabo opskrbljeno fiziološki aktivnim fosforom i kalijem. Stoga je potrebno provesti melioracijsku gnojidbu do stanja dobre opskrbljenosti.

# 4. PREPORUKE GNOJIDBE

Za dobru procjenu potrebne količine gnojiva nužno je provesti analizu kemijskih značajki tla. Također je potrebno poznavati ukupne potrebe kultura za hranivima te njihovo iznošenje prinosom. Uzgajana kultura na analiziranoj parceli bit će kukuruz. Tlo je kisele reakcije. Kukuruz zahtjeva neutralno do slabo kiselo tlo, od pH 5,5 do 7,2. Na temelju dobivenih podataka o hidrolitskoj kiselosti do 30 cm dubine koja iznosi 20, može se zaključiti da je kalcifikacija nužna mjera za postizanje održivog prinosa kukuruza. U tlo je potrebno unijeti veliku količinu materijala za kalcifikaciju, pa se preporuča zaorati polovicu potrebnog materijala u prvoj godini u iznosu od 45 dt/ha CaCO3 ili 25 dt/ha CaO. Drugu polovicu materijala preporuča se unijeti naredne godine u osnovnoj obradi. Tlo je dosta humozno do 30 cm dubine, ali je slabo opskrbljeno fiziološki aktivnim fosforom i kalijem. Tablica 2. prikazuje iznošenje hraniva prinosom od 1t/ha s pripadajućim žetvenim ostacima.

|  |  |
| --- | --- |
| kultura | prinos od 1t/ha iznese kg |
| N | P2O5 | K2O |
| kukuruz (zrno) | 25-30 | 10-15 | 25-30 |

Tablica 2. Iznošenje hraniva prinosom i žetvenim ostatcima

Vukadinović i Bertić (2013) navode kako je za planirani prinos od 7 t/ha kukuruza potrebno primijeniti gnojidbu sa 175 kg N, 85 kg P2O5 te 175 kg K2O. Navedene količine hraniva preporuča se podmiriti organskim i mineralnim gnojivima. Zbog niske opskrbljenosti fosforom i kalijem potrebno je unesti u tlo 150% P2O5 i 100% K2O od količine hraniva koja se iznese prinosom. Raspored i količine gnojiva za uzgoj kukuruza prikazuje tablica 3.

Tablica 3. Gnojidba kukuruza

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Gnojidba | Vrsta gnojiva | Količina | N | P2O5 | K2O |
| Osnovna | kruti stajski gnoj | 20 000 kg/ha | 60 | 30 | 50 |
| Predsjetvena | NPK 0:20:30 | 600 kg/ha | - | 120 | 180 |
|  | UREA N 46 | 100 kg/ha | 46 | - | - |
| Prihrana | KAN N 27 | 250kg/ha | 68 | - | - |
| Ukupno: | 174 | 150 | 230 |

U osnovnoj obradi tla u jesen preporuča se zaorati 20 t/ha zrelog krutog stajskog gnoja. S količinom unesenog krutog stajskog gnoja u prvoj godini bit će raspoloživo 60 kg N, 30 kg P2O5 i 50 kg K2O. Hraniva u krutom stajskom gnoju nisu iste godine u potpunosti pristupačna biljci. U prvoj godini biljci je raspoloživo 50%, u drugoj godini 30%, a u trećoj godini 20% od ukupne količine. Krutim stajskim gnojem ne može se podmiriti sva potrebna količina hraniva koju zahtijeva kukuruz, pa je ostatak potrebno unesti u tlo mineralnom gnojidbom. Potrebna količina gnojiva koju treba podmiriti mineralnim gnojivima je 115 kg N, 55 kg P2O5 te 125 kg K2O. Zbog slabe opskrbljenosti tla fosforom i kalijem u rano proljeće tijekom zatvaranja jesenske brazde sjetvospremačem („gredom“) potrebno je unijeti 600 kg/ha mineralnog gnojiva NPK 0:20:30. Tijekom predsjetvene pripreme za kukuruz preporuča se unijeti 100 kg/ha mineralnog gnojiva UREA N 46. U vrijeme kultivacije, odnosno prihranom je u tlo potrebno unijeti preostalu količinu potrebnog dušika s mineralnim gnojivom KAN N 27 u količini od 250 kg/ha.

# 5. ZAKLJUČAK

Na proizvodnoj površini utvrđen je hipoglej mineralni nekarbonatni pa je potrebno urediti vodozračne, toplinske i hranidbene odnose. Također se preporuča provesti kalcifikaciju i melioracijsku gnojidbu fosforom i kalijem. U tlo je potrebno unijeti 90 dt/ha CaCO3 ili 50 dt/ha CaO u dva navrata. Potrebna količina gnojiva koju treba podmiriti mineralnim gnojivima je 115 kg N, 55 kg P2O5 te 125 kg K2O. Rano u proljeće tijekom zatvaranja jesenske brazde sjetvospremačem („gredom“) potrebno je unijeti 600 kg/ha mineralnog gnojiva NPK 0:20:30. Tijekom predsjetvene pripreme preporuča se unijeti 100 kg/ha mineralnog gnojiva UREA N 46. Prilikom kultivacije, odnosno u prihrani u tlo je potrebno unijeti preostalu količinu potrebnog dušika s mineralnim gnojivom KAN N 27 u količini od 250 kg/ha.

# 6. LITERATURA

1. Brenc, E. (2015.): Hidro i agro melioracijske mjere uređenja pseudogleja na OPG Brenc. Završni rad, Visoko gospodarsko učilište u Križevcima, Križevci.
2. Pernar, N., Bakšić, D., Perković, I. (2013.): Terenska i laboratorijska istraživanja tla. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 192 str.
3. Šimunić, I., Špoljar, A., Peremin Volf, T. (2007.): Vježbe iz tloznanstva i popravka tla. Visoko gospodarsko učilište u Križevcima, 69 str.
4. Špoljar, A. (2015.): Pedologija. Visoko gospodarsko učilište u Križevcima, Križevci 223 str.
5. Vukadinović, V., Bertić, B. (2013.): Filozofija gnojidbe. Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, Osijek, 113 str.

# 7. PRILOZI

|  |  |
| --- | --- |
| <4,50 | jako kisela |
| 4,51-5,50 | kisela |
| 5,51-6,50 | slabo kisela |
| 6,51-7,20 | neutralna |
| >7,21 | alkalna tla |

Prilog 1. Reakcija tla prema Thunu u 1M KCl-u

Prilog 2. Hidrolitska kiselost tla

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| hidrolitska kiselost – y1 | dt/ha CaCO3 | dt/ha CaO |
| 20 | 20 x 4,5 = 90 | 20 x 2,5 = 50 |

Prilog 3. Klasifikacija potrebitosti za kalcifikacijom na osnovu y1:

|  |  |
| --- | --- |
| <4 | nije potrebna  |
| 4-8 | fakultativna |
| >8 |  nužna |

Prilog 4. Klase opskrbljenosti tla humusom prema Gračaninu (%):

|  |  |
| --- | --- |
| <1% | vrlo slabo humozno |
| 1-3% | slabo humozno |
| 3-5% | dosta humozno |
| 5-10% | jako humozno |
| >10% | vrlo jako humozno |

Prilog 5. Kapacitet i stanje zasićenosti adsorpcijskog kompleksa tla

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| S, m mol ekv. | (T-S), m mol ekv. | T, m mol ekv. | V, % |
| 240 | 13 | 253 | 94,86 |

Tumač: S – suma baza sposobnih za zamjenu; (T-S) – nezasićenost adsorpcijskog kompleksa; T – maksimalni adsorpcijski kompleks; V – stupanj zasićenosti adsorpcijskog kompleksa bazama

|  |  |
| --- | --- |
| <6 | vrlo slabo opskrbljeno |
| 6-10 | slabo opskrbljeno |
| 11-25 | umjereno opskrbljeno |
| 26-40 | bogato opskrbljeno |
| >40 | vrlo bogato opskrbljeno |

Prilog 6. Klase opskrbljenosti tla fiziološki aktivnim fosforom prema Wundereru (mg P2O5/
 100 g tla)

Prilog 7. Klase opskrbljenosti tla fiziološki aktivnim kalijem prema Wundereru (mg K2O/
 100 g tla)

|  |  |
| --- | --- |
| <8 | vrlo slabo opskrbljeno |
| 8-13 | slabo opskrbljeno |
| 14-25 | umjereno opskrbljeno |
| 26-40 | bogato opskrbljeno |
| >40 | vrlo bogato opskrbljeno |

Prilog 8. Izračun mase tla, količine humusa, dušika, godišnje mineralizacije dušika, Ca
 potrebnog za kalcifikaciju, raspoložive količine P2O5 i K2O

d = 30 cm, y1 = 20 cmol (+)kg-1 , pv= 1,33 g/cm3

Izračun mase tla:

300 dm3 m-2 x 1,33 kg dm-3 x 10 000 m2 ha-1 = 3.990.000 kg ha-1= 3,99 x 106 kg ha-1

Izračun količine humusa:

3.990.000 kg ha-1× 3,95/100 = 157.605 kg ha-1 humusa

Izračun količine dušika (pretpostavljeno - humus sadrži 5% N):

157.605 kg ha-1 × 5/100 = 7.880,25 kg ha-1 dušika

Izračun godišnje mineralizacije dušika (pretpostavljeno - godišnja mineralizacija dušika 1%):

7.880,25 kg ha-1 × 1/100 = 78,80 kg ha-1

Izračun potrebe Ca za neutralizaciju kiselosti:

kalcizacijski materijal: CaO, CaCo3 (40 % Ca) i karbokalk (48,2 % Ca)

potrebno je neutralizirati 20 cmol (+)kg-1 = 200 mmol kg-1

za neutralizaciju 1 mmol y1 potrebno je ½ mmol Ca, tj. 20 mg Ca

200 mmol kg-1 × 20 mg mmol-1Ca = 4.000 mg kg-1 Ca = 4,0 g kg-1 Ca

potreba Ca u kg ha-1: 4,0 g kg-1 Ca × 3,99 × 106 kg ha-1 = 15,96 × 106 g ha-1 Ca

= 15,96 × 103 kg ha-1 Ca = 15,96 t ha-1 Ca

Preračun potrebe Ca u količinu sredstva za kalcifikaciju:

15,96 t Ca ha-1 = 15,96 t × 56/40 CaO ha-1 = 22,34 t ha-1 CaO

15,96 t Ca ha-1 = 15,96 t × 100/40 CaCO3 ha-1 = 39,9 t ha-1 CaCO3

15,96 t Ca ha-1 = 15,96 t × 100/48,2 karbokalka ha-1 = 33,11 t ha-1 karbokalka

Izračun količine raspoloživog P2O5:

3,99 × 106 kg ha-1 × 75,7 mg kg -1 = 302,04 mg ha-1 = 302,04 kg ha-1 P2O5

Izračuna količine raspoloživog K2O:

3,99 × 106 kg ha-1 × 109,1 mg kg -1 = 435,31 mg ha-1 = 435,31 kg ha-1 K2O