

BIOLOŠKA PRODUKTIVNOST I AGROHEMIJSKI POKAZATELJI SMONICE POD KUKURUZOM U USLOVIMA PRIMENE RAZLIČITIH ĐUBRIVA

Leka Mandić, Dragutin Đukić, Vladeta Stevović

Agronomski fakultet, Čačak

Izvod: Agromeliorativne mere često dovode do remećenja dinamičke ravnoteže u zemljištu, što se manifestuje promenom brojnosti i aktivnosti mikroorganizama, efektivne i potencijalne plodnosti, prinosa, a ponekad i pojavom ozbiljnih ekoloških i zdravstvenih posledica. Stoga je cilj ovih istraživanja bio da se sagleda uticaj rastućih doza azotnih đubriva (90, 120 i 150 kg ha⁻¹), tečnog (80 t ha⁻¹) i čvrstog stajnjaka (45 t ha⁻¹) na proteinaznu i dehidrogenaznu aktivnost zemljišta, njegove osnovne agrohemijske karakteristike i prinos zrna kukuruza.

Ogled je postavljen na smonici po sistemu slučajnog blok rasporeda u četiri ponavljanja. Kukuruz (NSSC 640) je gajen tri godine u monokulturi. Mineralna đubriva su primenjivana startno svake godine, dok su organska đubriva unesena predsetveno samo prve godine u cilju utvrđivanja njihovog produženog efekta. Nakon tri godine, određena je dehidrogenazna (Thalman, 1968) i proteinazna aktivnost (Romejko, 1969) u edafosferi i rizosferi kukuruza, tokom tri različita vegetaciona perioda. Agrohemijske karakteristike obuhvatile su određivanje pH zemljišta, ukupnog azota i lakopristupačnog fosfora i kalijuma. Prinos zrna kukuruza određivan je u fazi pune zrelosti zrna, preračunat na 14% vlage.

Rezultati istraživanja pokazuju da je enzimska aktivnost zemljišta zavisila od vrste i doze primenjenih đubriva, kao i od vremena i zone uzimanja uzoraka. Naime, niža doza azotnog đubriva (90 kg ha⁻¹) izazvala je značajno povećanje dehidrogenazne i proteinazne aktivnosti zemljišta, dok je najveća doza (150 kg ha⁻¹), posebno u edafosferi kukuruza, snizila njihovu aktivnost.

Za razliku od tečnog, čvrsti stajnjak je povećao aktivnost navedenih enzima, što ukazuje na njegovu osobinu produženog dejstva. Sa najvećom dozom azota ostvaren je najveći prinos. Međutim, imajući u vidu nivo prinosa ostvaren sa nižom dozom azota i povoljnije biohemijske i agrohemijske parametre proučavanog zemljišta, to se doza azota od 150 kg ha⁻¹ ne može smatrati rentabilnom za ovu vrstu proizvodnje.

Gljučne reči: dehidrogenaza, kukuruz, mikroorganizmi, mineralna đubriva, organska đubriva, prinos, proteinaza, zemljište.

Uvod

U uslovima savremene poljoprivredne proizvodnje đubrenje predstavlja jednu od važnijih agromeliorativnih mera. Istraživanja u ovoj oblasti najčešće su usmerena u pravcu povećanja prinosa poljoprivrednih kultura, dok se baza njihovog kumulativnog dejstva (promene bioloških i hemijskih svojstava zemljišta) često zanemaruje (Bogdanović i sar., 1997). Zbog toga je racionalno i efikasno korišćenje mineralnih (posebno azotnih) i organskih đubriva moguće

samo na osnovu kompleksnog prilaza u kome važno mesto pripada mikro-biološkim istraživanjima.

Prema podacima Acosta-Martinez and Tabatabai (2000) enzimatska aktivnost zemljišnih mikroorganizama, može poslužiti kao značajan pokazatelj ekonomske i ekološke opravdanosti primene različitih vrsta i doza đubriva. Po pravilu unošenje mineralnih đubriva, kao radikalna način poboljšanja bilansa hraniva u zemljištu, intenzivira enzimatsku aktivnost zemljišta (Fauci et al., 1994). Međutim, dugotrajna primena, naročito visokih doza azotnih đubriva, može biti i štetna, jer dovodi do porasta gasovitih gubitaka azota, slabljenja fizičko-hemijskih i bioloških svojstava zemljišta i drugih ozbiljnih ekoloških posledica (Bielinska, 1999; Đukić i Mandić, 2000).

Unošenjem organskih đubriva u zemljište, poboljšavaju se fizičko-hemijske i biološke karakteristike zemljišta, unose se dodatne količine enzima, fitohormona i korisnih mikroorganizama, što omogućava dobijanje stabilnijih i kvalitetnijih prinosa gajenih biljaka (Šlimek i sar., 1999). Međutim nekontrolisana primena organskih đubriva, posebno tečnog stajnjaka, može ispoljiti i nepoželjne efekte na biogeocenozi i same biljke (Mandić i sar., 2004).

Cilj ovih istraživanja je sagledavanje uticaj rastućih doza azotnih đubriva, tečnog i čvrstog stajnjaka na proteinaznu i dehidrogenaznu aktivnost zemljišta, njegove osnovne agrohemijske karakteristike i prinos zrna kukuruza.

Materijal i metod rada

Ogled je postavljen po sistemu slučajnog blok rasporeda u četiri ponavljanja na oglednom imanju Agronomskog fakulteta u Čačku. Veličina elementarne parcele iznosila je 21,25 m², sa međuprostorom od 0,5 m, odnosno, 1m između svakog bloka.

Kukuruz (NSSC 640) je gajen tri godine u monokulturi, na smonici koja se karakteriše kiselom reakcijom (pH_{N_{KCl}} 5.01), srednjom obezbeđenošću u azotu (0.134 %) i humusu (2.68 %), dobrom obezbeđenošću u lakopristupačnom kalijumu (26.4 mg 100g⁻¹) i malim sadržajem fosfora (2.9 mg 100g⁻¹).

Ispitivane su sledeće varijante đubrenja: N₁PK (90:75:60 kg·ha⁻¹); N₂PK (120:75:60 kg·ha⁻¹); N₃PK (150:75:60 kg·ha⁻¹); čvrsti stajnjak (45 t·ha⁻¹) i tečni stajnjak (80 t·ha⁻¹). Navedene doze azota, fosfora i kalijuma, dodavane su svake godine predsetveno, dok su organska đubriva uneta u prvoj godini istraživanja, u cilju praćenja njihovog produžnog delovanja.

Sva predviđena ispitivanja obavljena su na kraju treće godine trajanja ovog ogleda. Mikrobiološka ispitivanja obuhvatila su određivanje dehidrogenazne (Thalman, 1968) i proteinazne aktivnosti (Romejko, 1969) u edafosferi i rizosferi kukuruza, tokom tri različita vegetaciona perioda. Agrohemijske karakteristike podrazumevale su određivanje pH zemljišta (potenciometrijski), ukupnog azota po metodi Kjeldala (McKenzie, Wallace, 1954) i lakopristupačnog fosfora i kalijuma (Egner et al., 1960). Prinos zrna kukuruza određivan je u fazi pune zrelosti zrna, preračunat na 14% vlage.

Dobijeni rezultati obrađeni su analizom varijanse trofaktorijskog ogleda 6´2´3 (đubrivo ´zona uzimanja uzoraka´ vegetaciona faza) za mikrobiološke analize, odnosno, jednofaktorijskog ogleda za prinos zrna kukuruza.

Rezultati istraživanja i diskusija

Analizom dobijenih eksperimentalnih podataka (tab. 1, 2) utvrđeno je da je proteolitska i dehidrogenazna aktivnost statistički visoko značajno zavisila od primenjenih vrsta i koncentracija đubriva (A), zemljišne zone iz koje su uzimani uzorci za analizu (B) i vegetacionog perioda kukuruza (C).

Tab. 1. Prosečna proteolitska aktivnost (želatinozne jedinice g^{-1} vazdušno suvog zemljišta)

Tab. 1. The average proteolytic activity (gelatinolytic units g^{-1} of air dried soil)

A		Kontrola Control		N ₁ PK		N ₂ PK		N ₃ PK		Č. stajnjak <i>Solid manure</i>		T. stajnjak <i>Liquid manure</i>		X
B		Ed.	Rh.	Ed.	Rh.	Ed.	Rh.	Ed.	Rh.	Ed.	Rh.	Ed.	Rh.	
Periods (C)	I	35.0	36.0	40.0	42.5	47.3	48.0	38.0	41.3	39.0	43.6	33.0	36.3	39.41
	II	41.0	43.6	52.3	52.0	50.2	51.5	40.2	43.3	40.6	44.0	48.6	43.6	45.58
	III	57.0	56.5	60.0	61.5	57.5	58.5	50.0	55.5	58.3	58.6	51.0	56.3	56.63
X		44.86		51.33		52.08		44.67		47.50		44.77		
X	Edeafosfera <i>Edaphosphere</i>									46.14				
	Rizosfera <i>Rhizosphere</i>									48.28				
Lsd														
Lsd		A		B		C		AB		AC		BC		ABC
0.05		1.98		0.99		1.31		2.81		3.46		1.84		4.89
0.01		2.62		1.31		1.73		3.72		4.58		2.44		6.47

Ed. - Edaphosphere; Rh - Rhizosphere

A- primenjena đubriva, fertilizers applied; B- zemljišna zona, sampling zone;

C- vegetacioni period, vegetation period

Niže doze mineralnih đubriva (90 i 120 kg N $\cdot$ ha⁻¹) kao i čvrsti stajnjak su značajno povećale proteolitsku aktivnost, dok je efekat visoke doze azota (150 kg $\cdot$ ha⁻¹) u odnosu na prethodne statistički neznačajan (tab. 1). Ovo je u saglasnosti sa rezultatima drugih autora koji ističu pozitivan efekat organskih i nižih doza mineralnih đubriva na većinu hidrolitičkih enzima zemljišta (Gomorova et al., 1986; Blecharczyk et al., 1993; Belinska, 1999).

Proteolitska aktivnost je rasla tokom vegetacije kukuruza, što je u korelaciji sa rezultatima drugih autora (Kandeler et al., 1999), koji ukazuju da proteolitska aktivnost zemljišta u većoj meri zavisi od metaboličke aktivnosti korena gajenih biljaka, a manje od meteroloških faktora tokom njihove vegetacije.

Tokom čitavog perioda istraživanja aktivnost ovih enzima je značajno veća u rizosfernom zemljištu nego u edafosferi kukuruza (tab. 1). Ovakvi rezultati ukazuju da metaboliti biljnog i mikrobiološkog porekla, koji su dominantniji u zoni korenovog sistema, u značajnoj meri utiču i na produkciju i aktivnost ekstracelularnih enzima tipa proteaze (Jarak et al., 1991).

Neznačajna aktivnosti proteaza na varijanti sa tečnim stajnjakom je sasvim očekivana, s obzirom da je i vrednost i količina unešene organske materije značajno manja u odnosu na godinu njenog unošenja. Saglasno ovom, Šćerbakova (1983) ističe da se treće godine nakon unošenja stajnjaka enzimi

procesu odvijaju znatno sporije i jasno su ispoljeni samo na varijanti gde je on unosen u velikim dozama.

Niže doze azota su ispoljile sličan stimulativan efekat i na dehidrogenaznu aktivnost zemljišta, međutim njihova visoka doza (150 kg ha^{-1}) je značajno inhibirala aktivnost ovog enzima. Sličan efekat azota konstatuju Koper i Piotrowska (2003), ističući njegov depresivni učinak prema dehidrogenaznoj aktivnosti zemljišta, čak i pri zajedničkoj primeni sa čvrstim stajnjakom.

Slično proteolitskoj aktivnosti, aktivnost dehidrogenaze je, takođe, značajno veća u rizosfernoj zoni kukuruza, kao i na varijanti sa čvrstim stajnjakom. Najmanja aktivnost ovog enzima zabeležena je na kraju vegetacije, što se može povezati sa smanjenom metaboličkom aktivnošću korenovog sistema u završnim vegetacionim fazama, što značajno smanjuje brojnost mikroorganizama odgovornih za sintezu ovih enzima (Milošević i sar., 1994).

Tab. 2. Prosečna dehidrogenazna aktivnost ($\text{mg TPF } 10 \text{ g}^{-1}$ zemljišta)

Tab. 2. The average dehydrogenase activity ($\text{mg TPF } 10 \text{ g}^{-1}$ soil)

A		Kontrola Control		N ₁ PK		N ₂ PK		N ₃ PK		Č. stajnjak Solid manure		T. stajnjak Liquid manure		X
B		Edaf.	Riz.	Edaf.	Riz.	Edaf.	Riz.	Edaf.	Riz.	Edaf.	Riz.	Edaf.	Riz.	
Periods (C)	I	434.3	466.3	488.6	496.6	254.0	453.6	163.3	450.6	431.3	495.0	430.0	470.0	416.7
	II	469.6	468.3	540.3	677.3	446.0	495.0	194.6	586.0	499.0	624.0	476.6	481.6	490.8
	III	323.6	431.0	341.3	354.3	275.0	331.0	245.0	373.6	337.0	430.0	319.6	430.3	348.2
X		432.2		483.1		375.7		335.5		469.4		434.7		418.6
X		Edafosfera / Edaphosphere									372.9			
		Rizosfera / Rhizosphere									464.3			
Lsd														
Lsd		A		B		C		AB		AC		BC		ABC
0.05		6.34		3.36		4.16		8.91		10.89		5.86		15.52
0.01		8.38		4.45		5.50		11.79		14.41		7.75		20.44

Ed. - Edaphosphere; Rh - Rhizosphere

A- primenjena đubrava, fertilizers applied; B- zemljišna zona, sampling zone;

C- vegetacioni period, vegetation period

Mineralna đubrava su uslovia povećanje prinosa zrna kukuruza, međutim kako su razlike u prinosu između dve bliske koncentracije azota statistički neznčajne, to se povećanje doza azota iznad 120 kg ha^{-1} može smatrati ekonomski i ekološki necelishodno, naročito ako se ima u vidu mikrobiološka karakterizacija zemljišta (Stevović, 2001). Nakon tri godine po primeni, efekat organskih đubrava na ostvareni prinos kukuruza je sasvim očekivan što je potvrđeno i rezultatima drugih autora (Karlen and Camp, 1985).

Najveće promene agrohemijjskih pokazatelja zemljišta odnosile su se na pad pH vrednosti na varijantama sa srednjim i visokim dozama azota. S obzirom da je kao izvor azota korišćena urea to su se ovakvi efekti mogli i očekivati. Naime, u procesu transformacije uree, nakon amonifikacije nastupaju intenzivni oksidacioni procesi i stvaranja azotne kiseline što doprinosi padu pH vrednosti zemljišta (Jelić i sar, 1997; Panajotova, 2000). Veća količina organske materije (potencijalni humus), uneta sa organskim đubrivima, uslovia je veću stabilnost pH vrednosti. S obzirom na slabu obezbeđenost u lakopristupačnom fosforu,

trogodišnja primena mineralnih đubriva i čvrstog stajnjaka uslovlila je njegovo povećanje u ispitivanom zemljištu, dok je promenu koncentracije kalijuma izazvala samo primena čvrstog stajnjaka. Saglasno navedenom Molnar i Stevanović (1986) ističu da primena organskih i mineralnih đubriva deluje pozitivno na prinos kukuruza i lakopristupačnog fosfora u zemljištu, dok je promena koncentracije kalijuma neznčajna.

Tab. 3. Prosečan prinos zrna kukuruza ($t \cdot ha^{-1}$)

Tab. 3. The average maize kernel yield ($t \cdot ha^{-1}$)

Kontrola Control	N ₁	N ₂	N ₃	Č. stajnjak Solid manure	T. stajnjak Liquid manure
9.01	10.68	11.27	12.05	9.76	9.82
Lsd	0.05	0.76			
	0.01	0.99			

Tab. 4. Prosečne vrednosti agrohemijskih karakteristika zemljišta

Tab. 4. The average agrochemical properties of soil

Đubrenje Fertilization	pH		Nitrogen %	mg u 100 g	
	H ₂ O	nKCl		P ₂ O ₅	K ₂ O
Kontrola Control	6.15	5.01	0.162	3.0	32.1
N ₁ PK	6.14	4.97	0.203	4.9	32.0
N ₂ PK	5.77	4.84	0.201	5.4	32.2
N ₃ PK	5.80	4.72	0.194	4.7	29.9
Č. stajnjak Solid manure	6.00	5.03	0.212	3.8	35.0
T. stajnjak Liquid manure	6.10	4.98	0.186	3.3	32.0

Zaključak

- Enzimaska aktivnost zemljišta, njegove agrohemijske karakteristike i prinos kukuruza zavisili su od vrste i doze korišćenih đubriva, vegetacionog perioda, i zemljišne zone iz koje su uzimani uzorci za analizu;
- visoku stimulaciju proteazne i dehidrogenazne aktivnosti zemljišta ostvarila su mineralna đubriva, posebno srednja doza azota ($120 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) i čvrsti stajnjak;
- rizosferno zemljište kukuruza odlikovalo se većom biogenošću u odnosu na edafosferno, tokom čitavog vegetacionog perioda kukuruza;
- najznačajnije povećanje prinosa zrna kukuruza, dala je srednja doza azota ($120 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$);
- najveće promene agrohemijskih pokazatelja zemljišta odnosile su se na pad pH vrednosti na varijantama sa srednjim i visokim dozama azota, i povećanje koncentracije fosfora;
- shodno navedenom, može se reći da je u ovim agroekološkim uslovima, primena azota u koncentraciji od $120 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ najopravdanija, što uz upotrebu čvrstog stajnjaka može biti i preporuka za gajenje kukuruza za zmo.

Literatura

- Acosta-Martinez, V., Tabatabai, M.A. (2000): Enzyme activities in a limed agricultural soil. *Biology and Fertility of Soils* 31: 85-91.
- Belinska, E.J. (1999): Enzymatic activity and organic carbon content in orchard soil. *Humic substances in the environment* 1 (3/4): 9-14
- Blecharczyk, A., Skrzypczak, G., Malecka, I. (1993): Effect of long-term organic and mineral fertilization on chemical properties and enzymatic activity of soil. Long-term static fertilization experiments. Warszawa - Krakow, 167-176.
- Bogdanović, D., Ubavić, M., Malešević, M., Čuvardić, M. (1997): Značaj đubrenja za očuvanje plodnosti černozema. XXXI Seminar agronoma, 19-26, Novi Sad.
- Đukić, D., Mandić, L. (2000): Microorganisms and Tehnogenic Pollution of Agroecosystem. *Acta Agriculturae Serbica*, Vol. 5, br. 9: 23-46.
- Egner H., Riehm H., Domingo W.R. (1960): Untersuchungen er die chemische Bodenanalyse als Grundlage f die Beurteilung des Nahrstoffzustanden der B en. II Chemische Extraktionsmethoden zur Phosphor und Kalium- bestimmung. *Kungl. Lantbruksh skolans Annaler* 26, 199-215.0
- Fauci, M.F., Dick R.P. (1994) Soil microbial dynamics: short and term effect of inorganic and organic nitrogen. *Soil Science of America Journal*, 58:3, 801-806.
- Gomorova, N. F., Zenova, G. M., Pivovarov, G. E., Širokaja, G. M. (1986): Intensivnost mikrobioloških procesov v počve i urožajnost seljsko - hozjajstvennih kuljtur pri dliteljnom primenenii mineraljnih udobrenij. Tez. respubl. konferencii " Mikrobiološkičkieskie processi v počvah i urožajnost seljsko - hozjajstvennih kuljtur", Viljnus, 83 - 85.
- Jarak M., Milošević N., Govedarica, M., Jeličić, Z., Milutinović, V., Rekanović, M. (1991/92): Aktivnost proteaze i ureaze u aluvijumu (fluvisol) i gajnjači (eutrični kambisol). *Arhiv za poljoprivredne nauke*, 52, 186, 115-122.
- Jelić, M., Lomović, S., Milivojević, J. (1997): Proučavanje primene azotnih i fosfornih đubriiva na promene nekih hemijskih osobina zemljišta tipa lesivirane smonice. IX Kongres Jugoslovenskog društva za proučavanje zemljišta, 196-202, Novi Sad.
- Kandeler, E., Tscherko, D., Spiegel, H. (1999): Long-term monitoring of microbial biomass, mineralization and enzyme activities of a chernozem under different tillage managment. *Biology and Fertility of Soils*, 28: 343-351.
- Karlen D.L., Camp C.R. (1985): Plant density, distribution and fertilizer effects on yield and quality of irrigated corn silage. *Commun. Soil Sci. and Plant Anal*, 16, No1: 55-70.
- Koper J., Piotrowska, A. (2003): Application of biochemical index to deffine soil fertility depending on varied organic and mineral fertilization. *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities*, Vol. 6, Issue 1.
- Mandić L., Đukić D., Stevović V. (2004): The number of soil fungi and maize productivity in different fertilizing conditions. *Acta Agriculturae Serbica*, Vol. IX, 17, 211-220.
- Milošević N., Govedarica, M., Jarak M. (1994): Dehydrogenase and celulolytic activity of microorganisms in semigley and eugley. *Mikrobiologija*, Vol. 31, No. 1, 45-54.
- Molnar I., Stevanović, M. (1986): Proučavanje uticaja organskog i mineralnog đubrenja na prinos ratarskih kultura i hemijske osobine zemljišta. *Zbornik radova Covek i biljka*, 121-129, Matica srpsaka, Novi Sad.
- Panjotova, G. (2000): Svojstva zemljišta posle dugogodišnjeg đubrenja. *Eko-konferencija 2000*, 27-30. septembar, str. 337-340, Novi Sad.
- Romejko, I. N. (1969): Proteolitičeskaja aktivnost dernogo - podzolistoj počvi pri raznih sposobah vspaški. *Počvovedenij*, 10: 87-90.
- Stevović, V. (2001): Uticaj načina gajjenja kukuruza, krmnog graska i ovsa na prinos i kvalitet krme i zrna. *Doktorska disertacija*. Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet Čačak, 133 s.
- Šćerbakova, T.A. (1983): Fermentativnaja aktivnost počv i transformacija organičeskogo veščestva. *Minsk, auka i tehnika* 221 s.

- Šlimek, M., Hopkins, D.W., Kalčík, J., Piecek, T., Šantručková, H., Stana, J., Travník, K. (1999): Biological and chemical properties of arable soils affected by long-term organic and inorganic fertilizer applications. *Biology and Fertility of Soils*, 29: 300-308.
- Thalman A. (1968): Zur Methodik der Bestimmung der Dehydrogenaseaktivität im Boden mittels Triphenyltetrazoliumchlorid (TTC). *Landwirtsch. Forsch.*, 21: 249-258.

BIOLOGICAL PRODUCTIVITY AND AGROCHEMICAL PARAMETERS OF SMONITZA UNDER MAIZE IN DIFFERENT FERTILISATION CONDITIONS

Leka Mandić, Dragutin Đukić, Vladeta Stevović

Faculty of Agronomy, Čačak

Summary: Agromeliorative measures often lead to disturbance of the dynamic equilibrium in the soil being manifested by changes in the total numbers and activities of microorganisms, effective and potential fertilities and in the yield, and sometimes by the development of grave ecological and health consequences. The aim of these investigations was therefore to examine the impact of increasing nitrogen fertilisation rates (90, 120 and 150 kg ha⁻¹), of liquid and solid manure (80 t ha⁻¹ and 45 t ha⁻¹, respectively) on the proteinase and dehydrogenase soil activities, basic agrochemical soil properties and maize grain yield.

The experiment was set up on the smonitza type of soil by a randomised block design with four replications. Maize (NSSC 640) was grown in a single-crop monoculture for three years. Mineral starter fertilisers were applied each year whereas the organic ones were incorporated into the soil prior to sowing only in the first year with the aim of determining their prolonged effect. Three years later, dehydrogenase (Thalman, 1968) and proteinase activities (Romejko, 1969) in the maize edaphosphere and rhizosphere were determined, during three different growing periods. Agrochemical properties included determination of the soil pH, total nitrogen and readily available phosphorus and potassium. Maize grain yield was established in the full grain maturity stage at the 14 % grain moisture content.

The study results show that the enzymic activity of the soil depended on the type and rate of the applied fertilisers as well as on the time and zone of sampling. Namely, lower nitrogen fertiliser rate (90 kg ha⁻¹) caused a significant increase of the dehydrogenase and proteinase soil activities compared to the application of the highest rate (150 kg ha⁻¹), leading to a decrease in the activities, particularly in the maize edaphosphere.

The solid manure, as opposed to the liquid manure, increased the activity of the enzymes mentioned, indicating its prolonged effect property. The highest nitrogen rate used resulted in the highest yield. However, bearing in mind the yield level achieved with the lower nitrogen rate and more favourable biochemical and agrochemical parameters of the soil investigated, the nitrogen rate of 150 kg ha⁻¹ cannot be considered productive for this type of production.

Key words: -dehydrogenase, maize, microorganisms, mineral fertilizers, organic fertilizers, yield, proteinase, soil