

**Prof. dr M. Gračanin**

uz suradnju

**inž. V. Primorac i inž. M. Kadić**

Agroinstitut Zagreb

## **UTJECAJ KARBAMIDA NA STANJE AKTIVNOG DUŠIKA I NA REAKCIJU NEKIH TALA HRVATSKE POSAVINE**

### **UVOD**

Laboratorijskim pokusima istraživana je utjecaj karbamida na stanje aktivnih N-spojeva u nekim tipovima tla Agrokombinata Zagreb i na njihovu reakciju. Praksu posebno zanimaju promjene, karbamidnog u amonijski i nitratni dušik, brzina kojom se te promjene odigravaju, utjecaj tih promjena na vegetaciju i napokon utjecaj karbamida na reakciju tla.

Bilo je potrebno istražiti učinak karbamida u ovim pravcima da bismo mogli ocijeniti njegovu vrijednost kao gnojiva i mogućnost njegove primjene na tlima Agrokombinata.

Nakon podizanja tvornice dušičnih gnojiva u Kutini pitanje primjene karbamida kao vrela dušične biljne hrane dobio je prvorazredno značenje. Radi se o visokopostotnom N-gnojivu sa 46% amidnog N, koji je fiziološki i ekološki veoma aktivan, pa veoma brzo djeluje na vegetaciju odnosno na njene fiziološke procese. Također karbamid je spoj koji vrlo brzo ulazi u reakciju s različitim komponentama tla, pri čemu se lako transformira u nove oblike dušične hrane. Mislimo tu u prvom redu na transformaciju amidnog u amonijski i nitratni dušik.

Posebnu pažnju zaslužuje utjecaj karbamida na reakciju tla. Valjalo bi znati kako djeluje u karbonatnim, slabo alkaličnim, a kako u neutralnim, slabo kiselim i jako kiselim tlima, i u kojoj mjeri može mijenjati njihove pH vrijednosti. Po svome kemijskom karakteru karbamid bi trebao biti neutralno gnojivo. Međutim vodene otopine tehničkog karbamida tj. gnojiva pokazuju alkaličnu reakciju. U tlu se ipak ne vlada kao alkalično gnojivo.

U literaturi postoje mnogobrojni podaci o fertilizatornom djelovanju karbamida, o njegovim transformacijama u tlu i sekundarnim utjecajima produkata tih promjena na proizvodnu sposobnost tla. U novije vrijeme ima radova s tog područja i u našoj literaturi, a prikazani su dijelom u publikaciji P. Durmana (1969), a dijelom i u posebnom broju Agronomskih informacija (1970).

U novije vrijeme praksa je ponegdje prihvatila karbamid kao tržno kurentno dušično gnojivo, koje ima mnoge dobre osobine. Naučno-istraživački institut za gnojiva i insektofungicide SSSR-a dospio je na osnovu dugogodišnjih istraživanja do zaključka da dušik karbamida ima jednaku fertilizatornu vrijednost kao i dušik amonijskog nitrata u ishrani ozimina i kukuruza (Kondratev i Podkolzina, 1969).

Ipak nisu riješena još mnoga pitanja, posebno kako se karbamid vlada u različitim tipovima tla i klimatskim prilikama, te kako ovisi njegovo djelovanje o vremenu i načinu upotrebe. Jednom rječju valja utvrditi koeficijent iskorišćavanja njegovog N obzirom na specifične edafske i klimatske prilike. Kako tla Agrokombinata pripadaju različitim pedosistematskim jedinicama, koje se po svojim svojstvima i dinamiци prilično razlikuju, valjalo je pristupiti istraživanju fertilizatorne vrijednosti karbamida u dominantnim tipovima tla. Prve rezultate tih istraživanja donosimo u ovoj kratkoj studiji.

### METODIKA POKUSA I POKUSNA TLA

Za pokuse je služilo 5 tala oraničnog sloja različitih sistematskih jedinica i to:

1. Mineralno-karbonatno tlo iz Brckovljana (B-8-10),
2. Umjereno podzolirano tlo iz Garešnice (G-8),
3. Epiglejizirano umjereno podzolirano tlo, Kupinečki Kraljevac (T-9),
4. Umjereno podzolirano tlo, hidromorfizirano, Vlahinička (B-4/II) i
5. Epiglejizirano, umjereno podzolirano tlo Caginec.

Sa svakim od ovih tala napunjeno je 5 malih vegetacijskih posuda od plastične mase sa 200 g sitnog tla. Po sredini tla načinjena je široka cilindrična šupljina radi lakšeg navlažavanja tla. U prvoj posudi tlo je navlaženo čistom destiliranom vodom. Tlu druge posude dodano je 20 mg N u otopini karbamida, u treću je dano 50 mg N, četvrta je posuda zalivena čistom destiliranom vodom, dok je tlo pete posude snabdjeveno s 50 mg N karbamidnog. U svim posudama tlo je zasićeno vodom odnosno otopinama do maksimalnog kapaciteta.

U prve tri posude zasijana je pšenica Libelula, dok su četvrta i peta posudica ostale nezasijane. Posudice su pokrivenе stakalcem i u takvom stanju ostavljene sve dok pšenica nije nadigla stakalca. Pokus je postavljen 28. I 1970.

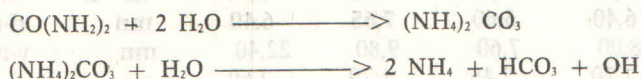
Nakon 10 dana iz svih su posudica uzeti prosječni uzorci tla i u njima je određen  $\text{NH}_3$  i  $\text{NO}_3$ . To isto učinjeno je i nakon 30 dana. Amonijski N određen je po Conwayu, dok je nitratni N određen fenoldisulfonskom metodom.

U svim uzorcima tla određena je nakon 30 dana i reakcija (Beckmanovim pH-metrom).

U poredo s određivanjem  $\text{NO}_3$  u tlu testirana je i prisutnost nitrata u lišću difenilamin-metodom.

### Utjecaj karbamida na status $\text{NH}_4$ i $\text{NO}_3$ u tlu

Odavno je poznato da molekule karbamida  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$  pokazuju relativno malu stabilnost već u čistoj vodi, a posebice u biološki aktivnim sredinama kao što je tlo. Karbamid se hidrolitski cijepa po jednadžbi:



Hidrolitsko cijepanje ubrzano je utjecajem encima ureaze, koje ima u svakom aktivnom tlu, jer se nalazi u ostacima organa zelenih biljaka kao i u tijelima mikroorganizama.

Cijepanjem karbida nastaje, kao što vidimo iz gornjih jednadžbi, amonijak, koji u tlu može imati različitu sudbinu. Jedan dio  $\text{NH}_4$  iona veže se na adsorpcijski kompleks tla, drugi dio uzimaju mikroorganizmi i korijenje vegetacije i transformiraju ga u organske N-spojeve, dio amonijskog N transformiranju nitrifikacijske bakterije u nitrate, a jedan dio hlapi u slobodnom obliku u atmosferu. Iz nekih tala amonijski N se gubi redukcijskim procesima, pri čemu se oslobađa  $\text{N}_2$ . Takvi gubici nastaju i prilikom reakcije karbamida s nitritima:



Brzina, kojom se u tlu odigravaju različiti procesi transformacije karbamida, u najvećoj je mjeri odgovorna za ekološku vrijednost njegova dušika i njegovu participaciju u povećanju biljne proizvodnje.

U kojem pravcu teku procesi transformacije karbamida i kojom brzinom u različitim tipovima tala Agrokombinata, trebali bi pokazati rezultati ovih naših prvih orijentacionih istraživanja.

U tabeli 1 predočeni su rezultati istraživanja stanja amonijskog i nitratnog dušika nakon dodatka prilično velikih doza karbamidnog N.

**Tabela 1.**

Oznaka tla	Dodano karbamidnog N u mg	Nađeno u 100 g tla mg NH <sub>3</sub> nakon dana		Nađeno u 100 g tla mg NO <sub>3</sub> nakon dana		NO <sub>3</sub> u lišću nakon dana	
		10	30	10	30	10	30
Brckovljani B-8-10	0	1,20	0,80	6,80	2,10	d	m—d
	20	1,60	2,45	7,50	19,00	mn	v.mn.
	50	7,00	3,60	10,00	47,70	mn	v.mn.
	0	2,80	2,00	6,70	9,30	—	—
	50	9,70	2,00	16,50	6,30	—	—
Garešnica G-S	0	0,90	1,60	1,20	0,00	m—d	v.m.
	20	6,40	3,60	7,65	6,40	mn	d-mn.
	50	18,00	7,60	9,80	22,40	mn	v-mn.
	0	1,20	2,45	1,70	2,60	—	—
	50	12,40	8,80	5,25	3,40	—	—
Kupinečki Kraljevac Prof. 3	0	2,80	1,60	8,40	3,20	d	m—d
	20	7,20	3,40	9,70	16,50	mn	v.mn.
	50	13,20	2,80	10,60	44,00	mn	v.mn.
	0	2,20	3,40	8,75	11,60	—	—
	50	11,40	4,20	10,60	56,40	—	—
Vlahinička B—4/2	0	0,80	2,40	4,20	1,90	m—d	m
	20	6,40	2,00	3,40	5,00	m—d	d
	50	11,20	8,40	4,20	28,00	d—mn	v.mn.
	0	0,80	1,65	5,40	6,30	—	—
	50	12,40	7,00	11,20	34,60	—	—
Caginec	0	2,80	1,60	1,70	0,00	v.m.—m	t.-vm.
	20	4,40	2,00	9,80	5,80	mn	mn
	50	16,80	9,20	8,60	39,00	mn	v.mn.
	0	1,60	1,00	1,70	2,40	—	—
	50	14,80	6,00	12,20	45,90	—	—

Tumač znakova:

t — znači da lišće sadrži tragove NO<sub>3</sub>

v.m. — vrlo malo

m — malo

d — dosta

mn — mnogo

v.mn. — vrlo mnogo

U narednim podacima razmotrit ćemo glavne značajke tih promjena karbamidnog u amonijski i nitratni dušik nakon intervala od 10 i 30 dana, te pokušati dati eventualna objašnjenja i povući opće zaključke.

## 1. Mineralno-karbonatno tlo Brckovljana

Mineralno-karbonatno tlo Brckovljana sadržalo je, kao što se vidi iz tabele, male količine amonijskog i nevelike nitratnog N. Te količine u negnojnom i nezasijanom tlu nisu se osjetljivo promijenile u toku 30 dana: količina amonijskog N neznatno je smanjena, a količina nitrata nešto je povećana. Pod pšenicom je u isto vrijeme znatno smanjena kako količina  $\text{NO}_3$  tako i  $\text{NH}_4$ . Tako je od 6,8 mg  $\text{NO}_3$ , koliko je u tlu zatečeno 10. dana vegetacije, preostalo nakon 30 dana samo 2,1 mg  $\text{NO}_3$ , a to se očitovalo i u lišću; količina  $\text{NO}_3$  u lišću pala je od »dosta« na »malo do dosta«.

Dodatkom 20 mg karbamidnog N pod pšenicom je nešto malo povećana količina amonijskog N, dok je količina nitratnog N povećana nakon 10 dana slabo, a nakon 30 dana vrlo osjetljivo, tj. popela se na 19 mg  $\text{NO}_3$ . Taj porast količine nitrata u tlu odrazio se vrlo uočljivo i u lišću, jer je nakon 10 dana zabilježeno »mnogo«, a nakon 30 dana »vrlo mnogo« nitrata.

Dozom od 50 mg karbamidnog N pod pšenicom je osjetljivo porasla sadržina  $\text{NH}_3$  već nakon 10 dana, ali je nakon 30 dana smanjena na polovicu. Sadržina nitrata također je porasla u toku pokusnog vremena u tolikoj mjeri, da je nakon 30 dana nađeno u tlu 47,7 mg  $\text{NO}_3$  u 100 g tla.

Značajno je da je u pšenici na ovom slabo alkaličnom tlu, nađeno nakon gnojenja s karbamidom, vrlo mnogo nitrata.

Iz prednjih konstatacija daje se zaključiti da pšenica gnojena karbamidom nalazi u ovom mineralno-karbonatnom tlu još i nakon 30 dana prilično velike količine aktivnih N-spojeva. Procesi amonizacije i nitratizacije teku prilično brzo pa gubici karbamidnog N nisu veliki.

Posebnu pažnju zaslužuje sudbina dušika karbamida u tlu bez vegetacije. Značajno je da je ovdje ne samo količina amonijskog već i nitratnog N znatno veća nakon 10 nego nakon 30 dana.

## 2. Umjereno podzolirano tlo Garešnice

U poredbi s pređašnjim tipom tla umjereno podzolirano tlo Garešnice pokazivalo je nešto izrazitiju tendenciju amonizacije, a nešto slabiju nitratizacije. Nakon 10 dana negnojeno tlo pod pšenicom sadržalo je 0,9 mg  $\text{NH}_3$ , tlo pognojeno s 20 mg N 6,4 mg, a ono s 50 mg karbamidnog N oko 18 mg  $\text{NH}_3$ . Tlo bez pšenice pognojeno s 50 mg N sadržalo je samo 12 mg  $\text{NH}_3$ .

Iz podataka u tabeli može se lako uočiti da se od 10. do 30. dana količina amonijskog N na pognojnim tlima smanjila, dok je količina nitrata u tlu pognojenom s 20 mg N prilično osjetljivo porasla u poredbi s negnojnim tlom, ali se nakon 30 dana nešto smanjila. Doza od 50 N povećala je nakon 10 dana sadržinu  $\text{NO}_3$  podjednako kao i u mineralno-karbonatnom tlu; međutim nakon 30 dana u ovom podzoliranom tlu bilo je samo 22,4 mg  $\text{NO}_3$  u 100 g, dakle dvostruko manje nego u mineralno-karbonatnom.

Relativno bogatstvo tla nitratima nakon fertilizacije karbamidom odrazilo se, naravno, i u lišću pšenice u kojemu je nađeno mnogo do vrlo mnogo nitrata.

Valja napomenuti da je nitratizacija tla pod pšenicom bila mnogo intenzivnija nego u tlu nezasijanom.

Iz podataka u tabeli vidi se da je na negnojnim tlima pšenica koristila prirodne rezerve nitratnog N. Nakon 30 dana u tlima nije više bilo nitrata, a u lišću pšenice nađeno ih je još »vrlo malo«.

### 3. Epiglejizirano, umjereno podzolirano tlo Kupinečkog Kraljevca

Epiglejizirano, umjereno podzolirano tlo Kupinečkog Kraljevca odnosilo se prema karbamidu donekle iznenađujuće. Pretpostavljalo se naime da će obzirom na kiselu reakciju tla procesi nitratizacije biti ovdje znatno slabiji nego u mineralno-karbonatnom tlu Brckovljana. Međutim analize su tu pretpostavku opovrgle. Pokazalo se naime da nitratizacija protječe dosta velikim intenzitetom. Tako je već nakon 10 dana nađeno pod pšenicom oko 10 mg  $\text{NO}_3$ , a nakon 30 dana 16,5 do 44 mg  $\text{NO}_3$  računajući na 100 g tla. Ali i tlo bez vegetacije veoma je povećalo sadržinu nitrata, pa je u tlu s 50 mg karbamidnog N nađeno 56,4 mg  $\text{NO}_3$  nakon 30 dana, što je maksimalna količina nitrata zabilježena u ovim našim pokusima.

Napomenut ćemo još da je nakon 10 i 30 dana u lišću pšenice gnojene karbamidom konstatirano »vrlo mnogo« nitrata.

Ako pažnju obratimo amonijskom dušiku onda ćemo zapaziti da je u ovom epihidromorfnom tlu nađeno 10 dana nakon fertilizacije osjetljivo više  $\text{NH}_3$  nego u mineralno-karbonatnom tlu, ali je nakon 30 dana količina amonijskog dušika jako smanjena. Da to ne treba pripisati samo potrošnji amonijskog N od strane pšenice, vidi se po tome što je u tlu bez vegetacije količina  $\text{NH}_3$  od 10. do 30. dana jako smanjena. Kako je uporedo s time količina nitrata enormno porasla možemo s pravom pretpostaviti, da je amonijski N dobrim dijelom transformiran u nitratni.

### 4. Umjereno podzolirano, hidromorfizirano tlo Vlahiničke (Kutina)

Umjereno podzolirano, hidromorfizirano tlo Vlahiničke (Kutina) vladalo se u odnosu na ureu slično kao i tlo Kupinečkog Kraljevca, iako je intenzitet transformacije karbamidnog N u anorganske oblike bio nešto sporiji. Tako vidimo da su za prvih 10 dana procesi amonizacije i nitratizacije ovog tla bili nešto slabiji nego u umjereno podzoliranom tlu Garešnice, pod pšenicom. U tlu gnojenom, ali bez pšenice, amonizacija je bila podjednaka, dok je nitratizacija\* bila mnogo intenzivnija. Pšenica je očigledno u toku prvih 30 dana vegetacije trošila kako amonijski tako i nitratni dušik.

Primijenjene doze karbamidnog N izrazito su utjecale na stanje nitrata u lišću, no doza od 20 mg slabije nego doza od 50 mg N. Dok je lišće u prvom slučaju sadržalo nakon 30 dana »dosta«  $\text{NO}_3$ , u pšenici gnojenoj s 50 mg nađeno je »vrlo mnogo« nitrata. Očigledno je, da je pšenica još i nakon 30 dana imala na raspoloženju dušika više nego što ga je trebala za normalan razvoj.

\* Govorimo ovdje o amonizaciji i nitratizaciji kao procesima obogaćivanja tla amonijskim odnosno nitratnim dušikom za razliku od amonifikacije i nitrifikacije pod kojima razumijevamo procese prevođenja drugih N-spojeva u amonijski odnosno nitratni N.

Činjenica je da je nakon 30 dana nađeno u 100 g ovog tla još 28 mg  $\text{NO}_3$  pod pšenicom, odnosno 34,6 mg  $\text{NO}_3$  u nezasijanom tlu, dovoljno svjedoči da je urea povoljno djelovala na status anorganskih N-spojeva u ovom tlu.

### 5. Epiglejizirano, umjereno podzolirano tlo, Caginec

Epiglejizirano, umjereno podzolirano tlo, Caginec, od prirode je siromašno anorganskim N-spojevima i dosta je loših fizikalnih svojstava.

Već nakon 10 dana konstatirana je naglašena amonizacija tla odnosno amonifikacija karbamidnog dušika kad je tlo pognojeno s 50 mg N. Pod pšenicom je taj proces bio intenzivniji nego u neobraslom tlu. Nitratazacija tla pod pšenicom kao i bez nje bila je intenzivnija nego u tlu Vlahiničke. Pod pšenicom je nađeno manje  $\text{NO}_3$  nego u golom tlu što upućuje da se pšenica koristila nitratnim N u priličnoj mjeri. To se uostalom vidi i iz rezultata folijarne analize. Nakon 30 dana vegetacije lišće pšenice sadržalo je »vrlo mnogo« nitrata. No pšenica je, kako se čini, prilično koristila i amonijski N, jer je količina amonijskog N pala od 16,8 mg, koliko je nađeno u tlu nakon 10 dana, na 9,2 mg  $\text{NH}_3$ . Količina nitratnog N porasla je u isto vrijeme od 8,6 na 39 mg  $\text{NO}_3$ , kada je tlo pognojeno s 50 mg karbamidnog N. Jasno je da se smanjenje količine amonijskog N nema pripisati samo potrošnji N od strane pšenice već i nitrifikaciji amonijskog dušika.

### UTJECAJ KARBAMIDA NA REAKCIJU TLA

Posebnu pažnju zaslužuje utjecaj karbamida na reakciju tla. U literaturi ima o tome dosta različitih mišljenja. Dok neki smatraju da se prilikom hidrolitskog cijepanja tvori amonijski karbonat, koji djeluje alkalično, dotle drugi (P. Durman 1969) ističu da urea ima »fiziološki kiselu reakciju, tj. vrši zakiseljavanje tala, a ne alkalizaciju« (str. 31.). Može se međutim uzeti da je fiziološka reakcija karbamida neutralna ukoliko biljke primaju njegove molekule iz otopina. Međutim zbog nestabilnosti njegovih molekula u otopinama njegova je kemijska reakcija bazična. Njegova ekološka reakcija tj. reakcija koja rezultira iz djelovanja supstrata (tla) na molekule karbamida je različita, već prema tome kakav je kvalitet i intenzitet reakcija između karbamida i tla. Za praksu je najvažnija upravo ekološka reakcija. Primarna ekološka reakcija karbamida trebala bi biti alkalična obzirom na kemijski karakter prvih produkata hidrolize. Međutim  $\text{NH}_4$ , kao jedan od tih proizvoda, doživljava vrlo brzo dalje promjene, a u prvom redu podliježe nitrifikaciji i fiksaciji od strane adsorpcijskog kompleksa tla i mikroorganizama. Prilikom nitrifikacije tvori se niz intermističkih proizvoda kao što su hidroksilamin, hiponirit, pa dušičnata i konačno dušična kiselina. Očito je dakle da ove promjene mogu dovesti do promjene reakcije supstrata. Postoji tendencija acidifikacije. Ako u tlu ima mnogo baza ili pufera onda je acidifikacija usporena ili čak isključena, a ako je tlo kiselo onda se njegov aciditet može još povećati.

Kakve mogu biti promjene reakcije tla utjecajem karbamida dade se uočiti iz rezultata analiza predloženih u tabeli 2.

**Tabela 2**

Oznaka tla	Dodano karbamid-nog N u mg	pH tla nakon H <sub>2</sub> O	30 dana n—KCl
Mineralno-karbonatno Brckovljani	0	7,48	6,58
	20	7,28	6,51
	50	6,90	6,27
	0	7,38	6,60
	50	6,85	6,30
Umjereno podzolirano Garešnica	0	6,12	4,60
	20	5,68	4,39
	50	5,05	4,20
	0	5,70	4,54
	50	5,28	4,50
Umjereno podzolirano, epiglejizirano, Vlahinička	0	5,72	4,50
	20	5,55	4,47
	50	5,00	4,20
	0	5,40	4,42
	50	5,13	4,50
Umjereno podzolirano hidromorfizirano, Caginec	0	5,89	4,75
	20	5,62	4,57
	50	5,02	4,28
	0	5,63	4,75
	50	5,25	4,60
Umjereno podzolirano, epiglejizirano, Kupinovečki Kraljevac	0	5,35	4,13
	20	5,12	4,09
	50	4,70	4,00
	0	5,00	4,09
	50	4,59	3,95

Napomena: U ovim pokusnim nizovima prva su tri tla bila pod pšenicom dok su posljednja dva ostala nezasijana.

Ponajprije vidimo da su sva tla 30 dana nakon unošenja karbamida u tlo promijenila reakciju supstrata i to u pravcu smanjenja pH vrijednosti. Te promjene nisu bile jednake u svim pokusnim tlima.



**Mineralno-karbonatno tlo** Brckovljana, koje nije gnojeno karbamidom, imalo je bez vegetacije pH 7,38, a pod pšenicom pH 7,48. Pod pšenicom je smanjilo pH na 7,28 kada je gnojeno s 20 mg karbamidnog N, odnosno na pH 6,90 kod doze od 50 mg N. Istovremeno tlo bez vegetacije smanjilo je pH, kod doze od 50 mg N, na 6,85. I promjene supstitucijskog aciditeta bile su uočljive, iako ne tako izrazite.

Bez sumnje je značajna konstatacija da je pod pšenicom pH vodene suspenzije tla pokazivao veće pH vrijednosti nego kod vegetacijom neobraslog tla.

**U umjereno podzoliranom tlu** Garešnice smanjene su pH vrijednosti uz primjenu visoke doze karbamida od pH 5, 7 na pH 5,28 u neobraslom, odnosno od pH 6,12 na 5,05 u pšenicom obraslom supstratu. Pšenica je povećala pH vrijednosti samo na negnojnom tlu.

Slične tendencije možemo zabilježiti i u pogledu promjene supstitucijskog aciditeta tla.

I u svim ostalim umjereno podzoliranim hidromorfiziranim tlima konstatirana je acidifikacija utjecajem karbamida, to jača što je doza karbamida bila veća.

Na negnojnim tlima pšenica je redovito povećala pH vrijednosti tla. Razlike u aktivnom aciditetu iznose od pH 0,26—0,35 a u supstitucijskom od 0,0—0,08 pod pšenicom. U golim tlima povećanje aktivnog aciditeta kretalo se od 0,28—0,41, a supstitucijskog do 0,14 pH. Prema tome karbamid je znatno manje utjecao na povećanje supstitucijskog nego aktivnog aciditeta.

Valja dalje napomenuti da su doze karbamida s 20 mg N znatno manje utjecale na pH vrijednosti nego doze s 50 mg N. Razlike su prilično osjetljive. To se vidi iz ovih preglednih podataka:

	Diferencija pH vrijednosti u H <sub>2</sub> O	Diferencija pH vrijednosti u n—KCl
Umjereno podzolirano Garešnica	0,63	0,19
Umjereno podzolirano epiglejizirano, Vlahinička	0,55	0,27
Umjereno podzolirano, hidromorfizirano, Caginec	0,60	0,29
Umjereno podzolirano epiglejizirano, Kupinečki Kraljevac	0,42	0,09
Mineralno-karbonatno tlo Brckovljani	0,38	0,24

Ako poredimo razlike između pH vrijednosti negnojeno g tla i gnojeno g s 20 mg N onda vidimo da ova doza nije znatnije izmijenila ni aktivni ni supstitucijski aciditet:

	Diferencija pH u H <sub>2</sub> O	Diferencija pH u n—KCl
Garešnica	0,44	0,21
Vlahinička	0,17	0,03
Caginec	0,27	0,18
Kupinečki Kraljevac	0,23	0,04
Brckovljani	0,20	0,07

Možemo dakle pretpostaviti da niske doze karbamida nemaju jako izrazit utjecaj na promjenu reakcije pokusnih tala. Ipak će biti potrebno voditi računa o tome da karbamid dugo upotrebljavan može izazvati i znatnije promjene reakcije, te da je potrebno sva kisela tla, koja se gnoje karbamidom, snabdjeti s izvjesnim količinama kalcija bilo u obliku karbonata ili oksida odnosno hidroksida.

#### SAŽETAK

Na osnovu naprijed prikazanih rezultata orijentacionih istraživanja o utjecaju karbamida na status anorganskog dušika i reakciju nekih tipova tala s područja Hrvatske posavine, dade se zaključiti:

1. Primjena karbamida u količinama koje odgovaraju 20 odnosno 50 mg N imala je za posljedicu znatno povećanje količine amonijskog N u svim pokusnim tlima. Nakon 10 dana povećana je količina NH<sub>3</sub> u umjereno podzoliranom i hidromorfiziranim tlima za 5 do 16 puta, a u mineralno-karbonatnom tlu 2,5 do 3,5 puta.

2. U svim je tlima konstatirano i osjetljivo povećanje količine nitrata. U mineralno karbonatnom tlu popela se količina NO<sub>3</sub> nakon 30 dana na 47 mg, u umjereno podzoliranom tlu na 22 mg, a u epiglejiziranim podzoliranim tlima na 56 mg, računajući na 100 g tla.

3. Intenzitet nitratizacije bio je pod pšenicom u mineralno-karbonatnom i umjereno podzoliranom tlu osjetljivo veći nego u neobraslom tlu. U hidromorfiziranim tlima zabilježene su maksimalne NO<sub>3</sub> vrijednosti u tlima bez vegetacije.

4. Amonizacija tla bila je nakon 30 dana slabija nego nakon 10 dana. Smanjenje NH<sub>3</sub> vrijednosti uz istodobno povećanje NO<sub>3</sub> vrijednosti upućuje na usku vezu između procesa amonizacije i nitratizacije i na zaključak da je pojačana nitratizacija posljedica pojačane nitrifikacije amonijskog N.

5. Fertilizacija pokusnih tala karbamidom osjetljivo je utjecala na snabdjevenost pšenice dušikom. Folijarnom je analizom utvrđeno znatno povećanje sadržine nitrata u lišću pšenice.

6. Maksimalna vrijednost  $\text{NO}_3$  nađena u tlu iznosila je 56 mg, a maksimalna vrijednost  $\text{NH}_3$  oko 18 mg u 100 g tla. Otuda se može zaključiti da je u toku pokusnog vremena dio dušika karbamida preveden u anorganske N-spojeve.

7. Iako se karbamid može smatrati fiziološki neutralnim spojem, njegova je ekološka reakcija promjenljiva tj. mijenja se od alkalične do kisele ovisno o svojstvima tla. U naprijed opisanim pokusima mogla se konstatirati opća tendencija snižavanja pH vrijednosti i to kako suspenzija tla u vodi tako i u n—KCl. U vodnim suspenzijama sniženje je iznosilo od pH 0,38 do 0,63, a u otopini n—KCl od 0,09 do 0,29.

8. Pšenica je ispoljavala svojstva regulatora reakcije tla u tom smislu da su pH vrijednosti pod pšenicom bile skoro uvijek više nego u golom tlu.

9. Ni u jednom slučaju nije zabilježeno toksično djelovanje karbamida na pšenicu.

10. Uz uvjete kakvi su vladali u našim pokusima tj. uz isključenje erozije i ispiranja, karbamid može poslužiti kao dobro vrelo dušične hrane za pšenicu.

#### EFFECT OF CARBAMIDE ON THE STATUS OF INORGANIC NITROGEN AND ON THE REACTION OF SOME SOIL TYPES

##### Summary

The results of preliminary investigations concerning the effect of carbamide on the status of inorganic nitrogen and on the reaction of some soil types of Hrvatska Posavina permit the following conclusions:

1. The use of carbamide in amounts of 20 and 50 mg N per 200 g of soil resulted in significant increase of ammonium content in all soils tested. Ten days after the beginning of experiments the content of  $\text{NH}_3$  was increased 5 to 16 times in moderate podzolised and hydromorphysed soils, and 2,5 to 3,5 times in mineral-carbonate soil.

2. A noticeable increase of  $\text{NO}_3$  concentration was observed in all soils. After 10 days the amount of  $\text{NO}_3$  in mineral-carbonate soil increased to 47 mg, in moderate podsolised to 22 mg and in epigleyed-podsolised soil even to 56 mg per 100 g of soil.

3. The intensity of nitratisation was higher in mineral-carbonate and moderate podzolised soils under wheat than in bare soils. In hydromorphysed soils the maximum  $\text{NO}_3$  values were noticed in absence of vegetation.

4. The ammonization of the soils decreased after 30 days. The decrease of  $\text{NH}_3$  values, accompanied simultaneously with the increase of  $\text{NO}_3$  content, indicate a close connection between the ammonisation and the nitratisation processes.

5. The fertilization of soils with carbamide influenced the nitrogen supply of the wheat. The significant increase in nitrate content of wheat leaves was established by foliar analysis.

6. The highest content of  $\text{NO}_3$  and  $\text{NH}_3$  found per 100 g of soil were 56 mg and 18 mg respectively. It is obvious that a part of carbamide nitrogen was transformed into the inorganic N-compounds.

7. Carbamide can be regarded as physiologically neutral compound, but its ecological reaction is changeable; it changes from alkaline to acid due to the properties of soils. In our experiments a tendency of decreasing pH values in water suspension of soil as well as in n-KCl was observed: in water suspensions the decrease of pH varied between 0,38 and 0,63, and in n-KCl suspensions between 0,09 and 0,29.

8. Wheat showed buffering properties; the pH values of soils under wheat mostly higher than those of bare soils.

9. There wasn't noticed any toxic effect of carbamide on the wheat.

10. Under the conditions present in our experiments, that is when erosion and eluviation were excluded, carbamide can be used as a good source of N for wheat nutrition.

#### LITERATURA

1. Durman P.: Urea-karbamid. Proizvodnja i primjena u poljoprivredi i šumarstvu. Zagreb, 1969.

2. Kondratev I. G. i Podkolzina G. V.: Deistvje močoviny v poljovih opytah. Agrohimiya 11, 1969. Moskva.

3. Materijal Savjetovanja o problemima racionalne gnojidbe u Opatiji 1970. Agronomске informacije, poseb. izdanje Zagreb 1970.