

*Dr Natalija Perović, Mirjana Radulović, dipl.ing.
Poljoprivredni institut, Podgorica*

NITRATI U BILJKAMA, ZEMLJIŠTU I VODI I PUTEVI ZA REGULACIJU NJIHOVOG SADRŽAJA

Uvod

Prema podacima Svetske zdravstvene organizacije 80% svih štetnih materija, koje čovek unosi u svoj organizam, potiče iz hrane. Ako tome dodamo i vodu za piće, ovaj broj se penje iznad 90%. Ovako senzacionalni podatak, kao i rezultati brojnih istraživanja koja ukazuju na sve veće zagađenje vode, zemljišta i hrane, povećavaju zabrinutost stanovništva i koncentrišu pažnju stručnjaka na problemima proizvodnje zdravstveno bezbedne hrane. U uslovima intenzivne hemizacije poljoprivrede to nije jednostavan zadatak, a njegovo rešavanje zahteva kompleksno sagledavanje problema.

Cilj ovog rada je da se ukaže na ozbiljnost problema vezanog za sve veću akumulaciju nitrata u biljkama, zemljištu i vodi, da se sagleda uticaj različitih faktora, koji doprinose nakupljanju ovog ozbiljnog toksikanta u prirodnoj sredini, kao i razmotre mogućnosti njegovog smanjenja. Ovaj rad je istovremeno uvod za naša vlastita istraživanja, koja se odnose na proučavanje sadržaja nitrata u ekosistemu najeksploatisanog s poljoprivrednog aspekta reona Crne Gore basena Skadarskog jezera.

Toksikološki aspekti sadržaja nitrata u prirodnoj sredini

Visoki sadržaj nitrata u pijaćoj vodi i hrani može da izazove kod ljudi i životinja oštro trovanje. U suštini, po zdravlje ljudi veću opasnost ne predstavljaju nitrati, već nitriti koji nastaju u procesu njihove redukcije. Ovaj proces počinje već u usnoj šupljini, dok značajniji dio nitrata dospijeva u želudac. Proces redukcije nitrata u nitrite kod odraslih osoba većim dijelom protiče u distalnom dijelu tankog crijeva, a kod dece počinje u želucu, a nastavlja se u dvanajestopalačnom crijevu (B u r d e n, 1961, S o b o l e v a, 1973). Dio nitrita, oksidisan mikroflorom, reaguje sa oksihemoglobinom pri čemu nastaje methemoglobin, koji nije u stanju da vezuje i prenosi kiseonik do tkiva (P l i s s, Z a b e ž e n s k i j, 1981).

Kliničko ispoljavanje trovanja nitratima, po pravilu, izaziva kombinacija nitrita i nitrata (O n o p o l j i D o b r j a n s k a j a, 1986). Smrtonosna doza nitrata kalijuma za odraslog čoveka prema podacima istih autora iznosi 15-30 gr, a nitrata natrijuma - 10 g. Prema kriterijumima svetske zdravstvene organizacije dnevna upotreba nitrata odraslom čovekom ne smije preći granicu od 220 mg, a nitrita - 9 mg (C I a u s, 1983). Prema podacima Ministarstva zdravstva Saveza Nezavisnih Država dnevna količina nitrata za čovjeka u prosjeku ne smije preći granicu od 312,5 mg („Dozvoljeni nivoi sadržaja nitrata”, 1988). Prema propozicijama FAO i WHO-organizacije, količina nitrata, koju odrasla osoba može konzumirati dnevno, iznosi

300-400 mg NO₃ po odrasloj osobi. Toksične doze nitrat jona za domaće životinje prema istraživanjima P o l o z et al. (1979) su sljedeće: za goveda 30-50, ovce 60-100, konje 60-70, svinje 60-70, perad 90-130 (izraženo u g na 100 kg). Toksičnost nitrita je veća. Letalne količine za odraslog čovjeka kreću se u intervalu od 2,7 do 15 g (C a r r e i B r e i m e r, 1979).

Osim što utiče na povećanje u krvi methemoglobina, koji ne može da bude nosilac kiseonika, nitrit-jon djeluje embriotropno i mutogeno, negativno utiče na nervni sistem (P l i s s, Z a b e ž i n s k i j, 1981). U eksperimentu Š a b a d a et al. (1981) koji se sprovodio na životinjama, proučavano je kancerogeno djelovanje malih doza nitrata i nitrita, približno ekvivalentnim količinama, koje čovjek konzumira u toku života. Dobijeni rezultati ukazuju na mogućnost da relativno male doze ovih toksikanata mogu prouzrokovati pojavu zloćudnih tumora ako se koriste duži vremenski period. Epidemiološka ispitivanja upućuju na postojanje pozitivne korelacije veze između sadržaja nitrata u hrani i vodi i onkoloških oboljenja kod stanovništva. U Belorusiji (M u r a h, 1984) je u određenim slučajevima konstatovao pozitivnu vezu između intenziteta primjene azotnih đubriva i leukoze KRS. Istraživanja sprovedena u nekim zemljama Centralne i Južne Amerike, upućuju na negativne posledice visokog sadržaja nitrata u pijaćoj vodi i hrani u pogledu onkoloških oboljenja, posebno raka želuca (Z a l d i v a r, 1977). Slični rezultati dobijeni su istraživanjima za sjeverni dio Evrope (Jensen, 1982). U oblasti sa visokom rasprostranjenošću zloćudnih oboljenja, a posebno raka želuca, spada i Japan, Latinska Amerika, neki rejon i u blizini Karibskog mora. S druge strane, Zapadna Evropa, SAD, Australija, Novi Zeland su zemlje sa niskim stepenom oboljenja od ove vrste bolesti (W e i s b u r g e r, R e i n e r r, 1975).

Ovako teške posledice usled dospeća nitrata i nitrita u organizam čovjeka privlače sveopštu pažnju, usmjeravajući napore istraživača na proučavanje stepena kontaminacije ovim jedinjenjima različitih poljoprivrednih kultura, vode i zemljišta.

Sadržaj nitrata u biljkama

Poznato je (Nitrate in Gemüse, 1982) da 70-90% nitrata koji dospijevaju u organizam čovjeka sa hranom otpada na povrtarske biljke (M i t ĉ e n k o v, I l j i n i k i, 1987). Ova činjenica diktira potrebu za njihovom detaljnom kontrolom. Ostvarenje takve kontrole mora da se bazira na naučno razrađenim normativima maksimalno dozvoljenih koncentracija. Evo i nekih od tih normativa (K u z n e c o v, B a l a n i n, 1984) izraženih u mg NO₃/kg: krompir 80-250, kupus rani 900, kasni 500, mrkva 400, krastavac - 160 (u zatvorenom prostoru - 400), paradajz 60-150 (u zatvorenom prostoru - 300), cvekla - 1400, paprika - 200 (u zatvorenom prostoru 400), tikvice 400, lisnato povrće (salata, španać) - 2000 (u zatvorenom 3000), luk - glavica - 80, luk pero - 600, pipun - 90, lubenica - 60, stono grožđe, jabuke, kruške - 60.

Pojedine biljne vrste posjeduju različitu sposobnost za nakupljanje nitrata. Kulturama koje akumuliraju značajne količine nitrata u organima korišćenim za jelo pripadaju španać, salata, rotkva, celer, brokola, cvekla (1000-5000 mg NO₃/kg). Srednjim sadržajem nitrata odlikuje se kupus, karfiol, krastavac, mrkva (100 - 1.500 mg/kg). Manje od drugih kultura nitrata akumuliraju paradajz, luk, grašak. Određene razlike u nakupljanju nitrata uočene su i između pojedinih genotipova iste vrste. Uzrok tome leži prije svega u nejednakom intenzitetu usvajanja nitrata i različitoj morfološkoj građi, a kod lisnatog povrća - u nejednakoj građi listova (K a s t o r i, 1988).

Ispitivanje produktivnih organa 42 vrste povrća pokazalo je da najveća količina nitrata akumulira se u zelenom lišću, (C i g a n e n k o et al., 1987). Pri tome sadržaj nitrata u lisnoj dršci istog lista obično veći nego u listi (K a s t o r i, 1988).

Plodovi voća i povrća sadrže manje nitrata od lišća, a sjemenje i zrno sadrži uglavnom neznatne količine nitrata (Marschner, 1985).

Žita u ishrani čoveka učestvuju sa 26,4%. Polazeći od toga izračunata je i maksimalna dozvoljena količina nitrata u ratarskim kulturama. Ona iznosi 93 mg/kg NO₃ (Vorobjeva et al., 1980).

I u pogledu sadržaja nitrata u stočnoj hrani ustanovljeni su određeni kriterijumi. Prema tim kriterijumima maksimalno dozvoljena koncentracija NO₃ (mg/kg) u stočnoj hrani za krave, konje i ovce iznosi 500, za svinje - 200, a u senu i slami 500, zelenišu 200, krompiru 300, stočnoj repi 800, silaži 200, (Mincev, et al., 1986. Posmitnaja, Ladonin, 1989). Prema istraživanjima Hasičkova i Fatkulina (1989) u junu i julu postoji najveći rizik od trovanja stoke nitratima zbog intenzivne ishrane zelenim krmivima. Visokoproduktivne krave i telice i oslabljena stoka su najpodložnije trovanju. Trovanje prouzrokuje doza od 0,4-0,6 g NO₃ na 1 kg tela. Letalne doze - 0,03 g/kg i više.

Povećanje sadržaja nitrata u krmivima i vodi ima za posledicu povećanje njihovog sadržaja u mlijeku. S tim u vezi poseban interes predstavlja pronalaženje načina izvođenja nitrata i nitrita iz organizma čoveka i životinja. Prema istraživanjima Ananidi (1982) ksantinoksidoza pri pH 4-6 posjeduje visoku nitrat i nitritreduktivnu aktivnost i može sasvim uspešno da posluži u rešavanju navedenog problema.

Nitrati u vodama i zemljištu

Značajnu brigu izaziva zagađenje nitratima izvora pijaće vode - reka i drenažnih voda. Prema jugoslovenskim kriterijumima o kvalitetu prehrambenih proizvoda, voda za piće može sadržavati do 44 mg/l NO₃ (Šestić, 1988). Maksimalno dozvoljena količina nitrata u vodi prema kriterijumima Ministarstva zdravstva Saveza Nezavisnih Država (1975) je 40 ppm NO₃ u l (Posmitnaja, Ladonin, 1989). Slični standardi su i u drugim zemljama.

U literaturi se sreću veoma različiti podaci o zagađenju drenažnih voda i vodotoka nitratima. Prema podacima Kolendera (1973) i pored izražene tendencije povećanja sadržaja nitrata u vodi za piće, ispitani uzorci su bili daleko ispod kritične granice zagađenja. Ispitivanja koja su vođena u Evropi i Japanu prema izlaganju grupe eksperata (OECD, 1986) ukazuju na opštu tendenciju zagađenja voda. Prema istraživanjima Petrovića et al. (1978) Dunav ima višestruko veći sadržaj nitrata u odnosu na Savu, ali je i u jednom i u drugom slučaju sadržaj jona NO₃ daleko ispod dozvoljene granice. Za razliku od ovih, rezultati Stevanovića i Ivovića (1978) jasno ukazuju na ozbiljnost problema zagađivanja površinskih voda nitratima.

Poslednjih godina zagađenje podzemnih voda nitratima poraslo je u sjevernoj Moldaviji od 50 do 3200 mg/l (Soboleva, 1973). Skoro 15% izvora Kavkaza sadrži vodu sa NO₃ u količini od 6 do 81 mg/l. U vodi nekih izvora Podmoskovlja koncentracija nitrata se kretala do 14 mg/l (Sibotin, 1965). Znatno manje nitrata bilo je u izvorima Belorusije - do 7,3 mg/l (Onoško, Homić, 1980) i u Estoniji - do 1,2 mg/l (Mitčenskov, et al., 1979). I mnoga druga istraživanja ističu mogućnost većeg zagađenja voda nitratima od raznih izvora zagađenja (Grant, 1974; Henken, 1976).

U vodni izvor nitrati azot dopijeva uglavnom sa poljoprivrednih imanja, a njegovu količinu određuju klima, hidrologija, tip zemljišta i njegova plodnost, doze mineralnih i organskih đubriva, način na koji se deponuje stajnjak i drugo.

Nakupljanje nitrata u zemljištu i podzemnim vodama moguće je prije svega na plodnim humusnim zemljištima, ako postoje povoljni uslovi za intenzivnu minera-

lizaciju humusa zemljišta. Prema podacima W e l t e a (1978) svake godine u procesu mineralizacije od 1-2% humusne materije zemljišta oslobodi se i do 140 kg/ha azota. Ispiranje azota sa descendentnim tokovima u značajnoj mjeri zavisi od tipa zemljišta. U uslovima pjeskovitih zemljišta Savezne Njemačke ispere se 12-52 kg/ha, a glinovitih 5-44 kg/ha (B o r c h m a n n, 1981). Prema eksperimentalnim podacima K e e n e y a (1982) u uslovima pjeskovitih zemljišta ispiralo se 45 kg/ha azota, a glinovitih 5 kg/ha. Najveće ispiranje nitrata utvrđeno je u Moldaviji na zemljištu tipa karbonatni černozem - 150 mg/l (D i s k a l e n k o, 1980).

P e s t r j a k o v et al. (1986) proces zagađenja ekosistema objašnjava na sljedeći način: zemljište posjeduje ograničenu moć adsorpcije, u određenom momentu ono više nije u stanju da akumulira višak hranljivog elementa, u tom momentu zemljište postaje izvor zagađenja prirodne sredine. U reonima intenzivne proizvodnje povrća i voća usled povećane primjene azotnih đubriva sadržaj nitrata u drenažnim vodama je u porastu. (A d d i s c o t t, 1988, V a s i l j e v s k a j a i L o b a ć, 1989, P o n t a i l l e r, 1980). U Belorusiji ispiranje azota pri korišćenju optimalnih doza azotnih đubriva kretalo se u rasponu 0,7-1,2 kg/ha (B e z l j u d n i j et al., 1982).

Zagađenje descendentnih vodnih tokova od primjene organskih đubriva je mnogo manje nego kad se ekvivalentne količine hranljivih elemenata primjenjuju u mineralnom obliku (P e s t r j a k o v et al., 1986, V a s i l j e v et al., 1981). Međutim, i unošenje visokih doza stajnjaka na istim površinama u toku dužeg vremenskog perioda takođe ima za posledicu značajnu kontaminaciju zemljišta i drenažnih voda nitrata (K u n t z e, 1974, M o n t a r d, 1977, B a r n e t t, 1974). I deponije stajnjaka su veliki potencijalni zagađivači zemljišta i voda zbog relativno velikih količina organske materija koja se može brzo mineralizovati i davati velike količine nitrata.

U kompleksnim istraživanjima B a š k i n a, (1982) utvrđena je značajna pozitivna korelaciona veza između stepena zagađenosti površinskih i drenažnih voda nitrata, dozama upotrebljenih organskih i mineralnih đubriva i brojnošću stoke u posmatranim regionima.

Dramatično je saznanje da je čak i pod uslovom da svaka dalja upotreba mineralnih i organskih đubriva bude prekinuta, tendencija zagađenja izvora pijaće vode nitrata će se i dalje povećavati jer je pomeranje bogatog sloja nitrata u zemljištu spor i dugotrajan proces.

Putevi regulacije sadržaja nitrata u biljkama i vodi

Traganje za uslovima, koji omogućavaju dobijanje biljne hrane i vode sa minimalnim sadržajem nitrata bazira se na proučavanju značaja različitih faktora u procesu akumulacije nitrata.

Prema mišljenju većine istraživača koji su se bavili problemom nitrata, nagomilavanje jona NO_3 u zemljištu, biljkama i vodi u najvećoj mjeri zavisi od upotrebe visokih doza azotnih đubriva. Tako je V i v o l o k i n a sa saradnicima (1982) utvrdila da su visoke doze azota (300 kg/ha) povećale sadržaj nitrata u višegodišnjim travama preko maksimalno dopustivih koncentracija. Unošenje rastućih doza (120, 360 i 480 kg/ha) azotnih đubriva u uslovima podzolastih zemljišta imalo je za posledicu povećanje nitrata u kukuruzu sa 0,007 do 0,276% (E m c o v et al., 1982). U ispitivanjima D j u r o v k e et al. (1992) u uslovima beskarbonatnog černozema doza azota od 120 kg/ha značajno je povećala sadržaj NO_3 u krompiru; iznosio je preko 200 mg/kg. I u istraživanjima K u l i k o v e (1988) veće (preko 90 kg/ha) doze azota povećavale su sadržaj nitrata u krompiru u prosjeku 1,6 - 2,6 puta, a u određenim godinama i do 6 puta.

Sadržaj nitrata u biljkama najjednostavnije se može smanjiti manjom upotrebom mineralnih i organskih đubriva. Međutim, upotreba manjih doza azota, posebno kod nitrofilnih biljaka, obično dovodi do smanjenja prinosa, zbog čega ovo rešenje sa ekonomskog stanovišta nije prihvatljivo, pogotovo u zemljama u kojima nedostaje hrane, a i gdje je kupovna moć stanovništva mala. Zbog toga intenzivno se nastavlja traganje za putevima smanjenja nivoa NO_3 u biljnoj hrani u uslovima korišćenja mineralnih i organo-mineralnih đubriva. U tom pogledu istraživanja se razvijaju u nekoliko osnovnih pravaca. Prije svega postavlja se pitanje o neophodnosti određivanja zaliha mineralnog azota u zemljištu prije sadnje radi proračuna doza azota za određene kulture (M e ž e v i ć et al., 1981). Prema istraživanjima P i e r r e (1983) norma sadržaja N_{\min} u zemljištu pod povrtarskim kulturama ne smije preći prag od 6 mg/100 g u mineralnom zemljištu sa 2,5% humusa i 9 mg/100 g u organskom zemljištu sa 5% humusa S c h l a g h e c h e n (1984) konkretizuje nivo N_{\min} u zemljištu u zavisnosti od kulture. Prema njegovim istraživanjima optimalni sadržaj azota za salatu je 140 mg/ha, za grašak - 80 kg/ha, za kupus - 350 mg/ha. Eksperimenti sprovedeni G o l i s c h - e m (1984) u Njemačkoj su pokazali da je određivanje doza azota za šećernu repu na osnovu utvrđene količine N_{\min} zemljišta omogućilo značajno poboljšanje kvaliteta ove kulture uz smanjenje troškova đubrenja.

Nastavljaju se i istraživanja uloge oblika azotnih đubriva u procesu nakupljanja nitrata u biljkama. Mnoga istraživanja su potvrdila da biljke đubrene amonijačnim đubrivima akumuliraju mnogo manje nitrata u odnosu na biljke đubrene nitratnim oblikom azota. Tako na primjer, kod kukuruza pri ishrani sa NH_4NO_3 biljke su usvajale upola manje nitrata nego ako su azot primile isključivo u NO_3 - obliku (K a s t o r i, L a z i ć, 1975). Međutim u neposrednoj poljoprivrednoj praksi, pozitivni uticaj ovog oblika azota je uglavnom mali, jer se amonijačni azot oksidiše u nitratni pomoću nitrifikacionih bakterija. U eksperimentima B o r i s o v a et al. (1980) ustanovljeno je da se najveća količina nitrata u cvekli nakupljala pri đubrenju sa NH_4NO_3 , a u mrkvi - pri unošenju NaNO_3 . Sadržaj nitrata u cikoriji bio je značajno manji pri đubrenju urejom, nego pri korišćenju NH_4NO_3 (V e n t e r, 1983). Prema istraživanjima H a n d e l i W e h r m a n n (1983) kod salate dio nitrata je sasvim uspešno bio zamijenjen hloridom, pri čemu se sadržaj nitrata u biljkama smanjivao više nego na polovinu, a istovremeno masa glavicica se povećala. K a s t o r i (1988) smatra da su efekti od zamene nitrata hloridom u lisnatog povrća povoljnije nego kod korenastog i istovremeno sugeriše da suviše visoka koncentracija hlorida u zemljištu može prouzrokovati toksično dejstvo na biljku.

Lokalizacija azotnih đubriva prilikom njihove ugradnje takođe pogoduje smanjenju gubitaka azota i na taj način povećava koeficijent njegovog iskorišćavanja. U prilog ove konstatacije govore i mnogobrojna istraživanja (O l s e n et al., 1970, J u n g, 1972, P l a t t, 1974). Međutim, efekat ove mjere zavisi od dubine unošenja, od specifičnosti kultura i od tipova zemljišta (N a z a r j u k, 1987, K r e t e n j i n, 1976, K u d r j a š o v a, 1987).

Djelovanje azota organskih đubriva sporije je i ravnomernije od azota mineralnih đubriva. Ako se mineralna đubriva unose zajedno sa organskim, onda u procesu humifikacije mineralnog azota dolazi do njegove imobilizacije, što ima za posledicu stvaranje lakohidrolizujućih organskih jedinjenja i usporavanje nitrifikacije. Zbog toga zajedničko unošenje organskih i mineralnih materija pogoduje smanjenju nekontrolisanih gubitaka azota. Prema podacima V o g t m a n n a (1984) primjena komposta kao sporodelujućeg đubriva u eksperimentu sa salatom i spanaćem, imala je za posledicu smanjenje sadržaja NO_3 u povrću u poređenju sa ekvivalentnim (prema azotu) sadržajem mineralnog NPK. Unošenje slame zajedno sa azotnim đubrivima prema rezultatima F i l i p a s a (1982) takođe smanjuje gubitak azota, što se pozitivno odrazilo na prinos.

Sadržaj nitrata u ekosistemu moguće je smanjiti upotrebom inhibitora nitrifikacije. To su jedinjenja koja usporavaju proces nitrifikacije i na taj način omogućavaju postepeno dospjeće N-NO₃ u biljku. Najbolji efekti, prema istraživanjima mnogobrojnih autora, za sada, su ostvareni primjenom sintetizovanog preparata N-Serve (2 hloro-6-(trihlorometil) - piridin) (S a h r a w a t, 1984, L u r h a k e, 1984, K a m p e, 1981). Perspektivnim inhibitorima nitrifikacije istraživači smatraju DSD (dijcijan - diamid), koji nakon raspada u zemljištu djeluje kao azotno đubrivo (Z i š t a n s k a, 1984). Međutim, ima podataka da primjena DSD u određenim uslovima izaziva usporavanje rasta kultura i smanjenje prinosa (V a d r o t, 1981). Preparat AM (2 amino-4-hloro-6 metil-pirimidin) je nedovoljno proučen. Uporedno proučavanje ruskog aparata Džakos, američkog N-serve i japanskog AM vršio je K o r e n č u k (1982) u eksperimentu sa kukuruzom na peskovitim zemljištima, on je ustanovio značajan pozitivni efekat od primjene sva tri preparata. To što u literaturi postoje često različiti rezultati u vezi uspjehnosti primjene jednog istog preparata možemo objasniti različitim zemljišnim uslovima. Naime dejstvo inhibitora nitrifikacije prema podacima S l a g e n a i K e r k h o f f a (1980) u velikoj mjeri zavisi od sadržaja humusnih materija, teksture, pH - vrijednosti, temperature i drugo.

Jedan od načina smanjenja gubitaka azota đubriva je kapsuliranje granula đubriva. P e r e p r a v k o (1982), O s i p o v i R u s i n o v a (1982) su dokazali da je kapsuliranje uree povećalo koeficijent iskorišćavanja azota i smanjilo njihov gubitak.

Aktuelno je i stvaranje novih vrsta đubriva u kojima bi se azot nalazio u obliku, koji bi sprečavao njegov brzi gubitak iz zemljišta i usvajao bi se biljkom postepeno. Prema istraživanjima K o r e n j k o v a (1982) to su prije svega ureja-formal-dehidna i ureja-acetal-dehidna đubriva.

Ispitivanje uloge fosfora i kalijuma u procesu akumulacije nitrata pokazalo je da je primjena rastućih doza fosfora imala za posledicu povećanje sadržaja nitrata u krompiru analogno azotnim đubrivima. Naprotiv, povećanje doza kalijuma pogodovalo je smanjenju količine nitrata u ovoj kulturi (G e i s s l e r, G e y e r, 1980). Vjerovatno, povećane doze kalijuma intenzifikuju sintezu ugljenih hidrata i tako ubrzavaju povezivanje nitrata sa organskim jedinjenjima - smatraju ovi autori.

Kao što su pokazala istraživanja A g r a w a l i I h o r a r (1987), u uslovima pjeskovitih zemljišta Indije, znatno smanjenje ispiranja nitrata je moguće primjenom mjera sabijanja zemljišta.

Važnu ulogu u smanjenju gubitaka azota mogu imati i međusjeveri. Prema istraživanjima L i n d b e r g a et al. (1987) u uslovima švedske korišćenje trava kao međusjevera svelo je gubitak nitrata do minimuma. Na zemljištima lakog mehaničkog sastava međusjeveri i zasijavanje višegodišnjih trava moraju postati praksa - ističu mnogobrojni istraživači (B o b r i c k a j a, 1966, M i n e e v, 1984, Š e v c o v, 1986, L o z a n o v s k a j a et al., 1988, A g e e v et al., 1982).

U zatvorenom prostoru sadržaj nitrata u biljkama moguće je smanjiti povećanjem intenziteta i produženjem trajanja osvetljenosti biljaka.

Kao što smo već istakli, ustanovljena je značajna uloga bioloških osobina metabolizma različitih kultura i sorti u nakupljanju nitrata. O sortnim specifičnostima u sadržaju nitrata govore mnogobrojni literaturni podaci (M a y n a r d, B a r k e r, 1974, B a r k e r, 1980, C s e r n i et al, 1983. A n i k e e n k o et al. 1986, M a r k o v i ć et al. 1992. H a š i m o v, F a t k u l i n a, 1989). Zahvaljujući stečenim saznanjima pristupilo se rešavanju problema sadržaja nitrata u biljnoj hrani putem izbora sorti sa manjom sposobnošću akumulacije NO₃ i selekcijom usmjerenom u tom pravcu.

Umjesto zaključka

Intenzifikacija poljoprivredne proizvodnje i primjena značajnih količina azotnih đubriva pogodovala je zagađenju prirodne sredine nitratima. Povećanje njihovog sadržaja u vodi i biljkama predstavlja veliku potencijalnu opasnost po zdravlje čovjeka i životinja. Međutim, zahvaljujući stečenim naučnim saznanjima u vezi sa mehanizmom usvajanja azota biljkom i migracijom ovog elementa u zemljištu, kao i nekim tehnološkim dostignućima, polako se stvaraju preduslovi za savladavanje složenog problema postavljenog pred stručnjacima agrobioloških disciplina, a to je obezbjeđenje dovoljne količine hrane dobrog kvaliteta i visoke zdravstvene vrijednosti uz očuvanje biološke ravnoteže u prirodi.

LITERATURA

1. Addiscott, T. (1988): *New scientist*, V. 20 N° 1633. New York.
2. Ageev, V. (1982): Tezisi doklada Vsesojnz sov. „Ekolog. posledstvija primeneni-ja redobrenij“. Puščino.
3. Ananiadi, L., Sergeeva, N., Kiljibekova, N., Livova, N., Kretović, V. (1982): Ekologičeskiye posledstvija prememenija udobrenij. Konferencija, Puščino.
4. Anikeenko, A., Vintsunas, T. (1986): Chemical composition of some cerrot varieties. Naučno-tehnički bjulletenij instituta rastenerodstva im. Vavilova, N° 161. Tallin.
5. Barker, A. (1980): Efficinte use of Nitrogen on crop land in the Northeast, Bulletin 792, The Connecticut Agricultural experiment station. New Haven.
6. Baškin, V.: (1982): Migracija azotnih sojed. s prirodnimi vodami v svjazi s prim. udobrenij i ispoljz. othodov. Puščino.
7. Bezljudnij, N, Denisova T, Petrovič A. (1982): *Agrohemiya*, N° 6., Moskva.
8. Bobrickaja, M., (1975): *Agrohemiya* N°-11. Moskva.
9. Borchmann, W. (1981): *Wissenschaftliche Z. der Wilhelm Pieck - Universitat*, H. 30, N° 6, Rostock.
10. Borisov, N. (1980): *Dokladi TSHA*, vip. 266. Moskva.
11. Burden, E. (1961): *The analyst*, V. 86.
12. Corre, W., Breimer, T. (1979): Nitrate and nitrite in vegetables. Centre for Agricultural Pubrishing and Documentation. Wageningen.
13. Claus, P. (1983): *Gartenbau*, B. 37, N° 30. Freising.
14. Cserni, I., Prohozka, K., Videni, L. (1983): Studies on the nutrient regime of carrots in carrots in container trials, *Zoldsegttermesztesi Kutano Interet Bulletinje*, 16, Prag.
15. Diskalenko, A., Onopolj, H., Trofimenko J, Dobrjanskaja E, (1980): Mineraljnije redobrenija i kačestvo piščevih produktov. Šb.dokl.rep. simpozijuma, Tallin.
16. Djurovka, M., Ilin, Ž., Marković, V., Seferović, S. (1992): Sadržaj nitrata i nitrita kod mladog krompira u zavisnosti od dubrenja. *Savremena poljoprivreda*, 1-2. Novi Sad
17. Emcov, V. Pereverzeva, T., Iljiva, T., Maksimova E. (1982): Ekolog. posledstv. prienenija udobrenij v nazeminih ekosistemah. Tezisi dokl. Puščino.
18. Filipas, N. (1982) u istoj zbirci.
19. Geissler, T., Geyer, B. (1980): *Arch. Gartenbau*, V. 28, N° 4.
20. Golisch, G. (1984): *Die Zuckerrube*, V 33, N° 1. Stutgard

21. Grant, W. (1974): Nitrat - Nitrogen small agricultural watersheds in Kentucky. J. Environ Quality, vol. 3, N° 1, Gent.
22. Hašimov, F. Fatkulina, T. (1989): Nitriti i nitriti v ovaščinih, babcévihi i kormovih kulturah Samarkandskoj oblasti, Agrohemiija, N° 6. Moskva.
23. Henskens, C. (1976): Fertitizer and the quality.
24. Jensen, O. (1982): Ecotoxikol. Environ. Saf. N°-6. of surface water, Agr. Wiskonsin.
25. Jung, J. (1977): Factors determining the leaching of nitrogen from soil, inkljreding some aspects of maintenanse of water quality - SIDA - FAO.
26. Kampe, W. (1981): Chemie und Technik in der Landwirtschaft, V. 32, N° 9.
27. Kastori, R. (1988): Problemi zagadenja hrane nitratima i mogućnost njegovog smanjenja. XXII seminar agronoma, Zbornik referata, Neum.
28. Kastori, R., Sarić M. (1975): Uticaj sporodelujućeg azotnog đubriva na prinos kukuruza i pšenice u agroek. uslovima Vojvodine. Savrem. poljoprivrede, 9-10. Novi Sad.
29. Keeney, D. (1982): Nitrogen in Agricultural Soils. Agronomie ser. N° 12. Nijhoff.
30. Korenjkov, D. (1976): Agrohemiija azotnih udobrenij „Nauka”, Moskva.
31. Kretenjin, V. (1976): Peredviženije nitratnog azota v černozieme obiknovennom na lesomeliorativnoj territorije Počvovedenije, 11. Moskva.
32. Kudrjašova, L. (1987): Azotnoje pitanije nekotarih ovaščanih kultur sem. kap. i sniženije nakop. nitratov v produk. s pom. inhib. nitrb. Avtoreb. dis. kand. biol. nauk. TSHA Moskva.
33. Kulikova, A. (1988): Urožaj kortofelja i soderžanije nitratov v klubnjah v zavisičnosti ot osobenostej min. pitanija, Agrohimiija, N°-6 Moskva.
34. Kuznecov, A., Balanin, V. (1984): Sprevočnik po veterinarskoj gigijene, „Kolos”, Moskva
35. Liddbarg, J., Bonde, T., Begstrom, J., Schnurer, T. Rosswall, T. (1987): Tezisi soobštenija Medunarodnog Simpozijuma, „Ciklus azota u poljoprivrednim ekosistemima”, Brisben, Australija.
36. Lozanovskaja, I., Orlov, D., Popov, P. (1988): Teorija i praktika ispoljzovanija organičeskijh udobrenij., Agropromizdat, Moskva.
37. Lurhake, F. (1984): In Erhebung zum Mineraldüngereinsatz. Berlin
38. Marković, V., Durovka, M., Ilin, Ž. Lazić, B. (1992): Uticaj đubrenja azotom, na prinos i kvalitet mrkve. Savremena poljoprivreda, 1-2. Novi Sad.
39. Marschner, H. (1984): Einfluss von Stadirt - und Wirtschaftsbedingungen auf die Nitratgehalte in verschiedenen Pflanzenasten. Forsch, 14. Landwirth.
40. Maynard, D. (1972): Nitrate content of vegetable crops, Horscience, 7. Boston
41. Mežević, D., Podlunij G., Kosjukovskij, J. (1981): U knige „Koncerogennije N-nitrosojedinjenja i ih predšestvenniki. Tallin.
42. Mitčenkov, A., Lutsoja, H., Rooma, M: (1979): Materijali I Vsesojuz. konf. Alma-Ata.
43. Mitčenkov, A., Iljnikiij, A. (1987): Koncerogennije N-nitrosojed i ih prešestv. - obrazova i opred. v okruž. srede. Tezisi VI Vsesojuz. Simpoz. Tallin.
44. Mineev, V. (1984): Agrohemiija i biosfera Kolos. Moskva.
45. Muroh, V. (1987): Kancerogennije N-nitrosojedinjenja i ih predšestvenniki - obrazovanije i opredelenije v okruž. srede, Tez. VI Vsesojuz. Simpozijema. Tallin.
46. Nitrate in Gemus: (1982): Akad. der Laddwirtschaften der DDR Inst. fur Gemuseproduktion Faktensammlung, N° -1, Berlin.

47. Olsen R., Hensler, R., Attoe, O, Witzel, S., Peterson, L. (1970): Fertilizer nitrogen and crop rotation in relation to movement of nitrate nitrogen through soil profiles. Soil Soc. ofg AM: Proceed, 34, 3. London
48. Olson, R., (1972): Effects of intensiv fertilization use on the human environment, SIDA - IAEA.
49. Onopolj, H., Dobrjanskaja, E. (1986): Nitrati (gigijeničeskije aspekti i problemi). Kišinev.
50. Onoško, M., Homić, V. (1980): Geologičeskije issledov. zemnoj kori Belorusiji. Nauka i tehnika. Minsk.
51. Perepravo, N., Osipov, A., Rusinova, I. (1982): Tezisi dokl. simpoz. „Ekolog. posledstvija primen. min. udobrenij“, Puščino.
52. Pestrjakov, V., Ševelev, J., Štikov, V. (1986): Ispoljzovanije stočnih vod dlja oroš. i udobr. polej. Lenizdat. Leningrad
53. Petrović, M., Jakovljević, M., Jelenić, D. Vesković, M., Bjelić, V., (1987): Uticaj dubrenja azotnih đubrivima na sadržaj nitrata u zemljištu, biljkama i vodi, Zemljište i biljka, Vol. 27, N° 1-2, Beograd.
54. Pierre, Ch. (1983): Agrisept, N° - 950. Boston
55. Pliss, G., Zabežinskij, M. (1981): Ohrana prirode i primenenija him. sredstv v seljskom i lesnom hozjajstve. Leningrad.
56. Poloz, D., Poljakova, V., Skorodinskij, Z., Olejnik, Z. (1979): Metodičeskije ukazanija po diagnostike, probilaktike i lečeniju otravlenij selhoz. životnih nitratami i nitritima, Kolos, Moskva.
57. Pontailier, S. (1980): L'academie d'Agriculture de Franse, V. 66, N°-7, Montpellier.
58. Posmitnaja, L., Ladonin, V., Kuzovleva, E. (1988): Počvennoagrohemičeskije i ekologičeskije problemi formir. visokoprod. agrocenoza, Tez. Vsesojuz. Konf. Pušino.
59. Pratt, P. (1974): Research in progress on the question of nitrates in drainage waters from irrigation agrikulture in Californija. FAD-IAEA.
60. Sahrawat K; Keeney D. (1984): Plant nutrition, Vip. 7, N°-9, Devis.
61. Schlaghechen, G. (1984): Rhein. Monatsschrift, v, 70., N°-1. GFhent.
62. Slagen, J., Kerktroff, P. (1980): Nitrification on inhibitors in agriculture and horticulture: A literature review, Interne Mededeling 54. Berlin.
63. Soboleva, E. (1973): Patohimija i kliničeskaja biohimija, vip. 121. AMN SSSR, Irkutsk.
64. Stevanović, D., Ivović, P. (1978): Uticaj mineralnih đubriva na stanje nitrata i fosfata u površinskim vodama. Zemljište i biljka, Vol. 27, N° - 1-2, Beograd.
65. Subotin, F. (1965): Trudi Leningradskog san.-gig.medic. instituta, J. 81. Leningrad
66. Šabad, L., Iljnickij, A., Vlasenko, N. (1981): Ohrana prirode i primenenije him. sredstv v sel. i lesnom hoz. Leningrad.
67. Ševcov, N. (1986): Effektivnost vnutripočvennoj očistki i ispoljzovanija stočnih vod i navoza v sel. hoz. Moskva
68. Šestić, S. (1888): Mineralna gnojiva nisu zagadivači ako se pravilno primjenjuju, Zbornik referata. Neum.
69. Vadrot, C. (1981): Agrikulture et vie, vip. 37, N° -30. Montpellier.
70. Vasiljev, V., Prosenkov, V., Semenov, P. (1981): Agrohimiija, N°-5. Moskva.
71. Vasiljevskaja, M., Lobač, T. (1989): Himizacija sel. hozjajstva, N°-5. Moskva
72. Venter, F. (1983): Gartenwissenschaft, V 48, N° 5.

73. Vivolokina, A., Bljum, B., Opimah, V. (1982): Tezisi doklada Vsesojuz. Sov. „Ekolog. posledstvija prihnenija udobrenij v nazemnih i presnovodnih ekosistemah.“ Puščino.
74. Vogtmann, H. (1984): Biol. Agric. and Hort, V. 2., N° 1 Devis
75. Vorobjeva, N., Lukašević, L, Lapčenko, V. (1980): Mineralnije udobrenija i kačestvo piščevih produktov, Sbornik dokladov repub. simpozijuma. Tallin.
76. Weisburger, J., Reinerr R. (1975): Cancer Res. V. 35, N° 11. Duesseldorf.
77. Welte, E. (1978): Landwirtschaftliche Forschung, H. 35, Duesseldorf.
78. Zaldivar, R. (1977): Zbt. Hyg. I. Abt. orig. V. 164. Alexandrija.
79. Žistanska, J. (1984): Agrohemija, vip. 24, N° 10. Prag.