Letopis naučnih radova
Godina 30 (2006), broj 1, strana 60–67

UDK: 633.63:631.84:577.112.388

Originalni naučni rad
Original scientific paper

UTICAJ KONCENTRACIJE AZOTA NA NEKE FIZIOLOŠKE POKAZATELJE I PROCESE KOD MLADIH BILJAKA ŠEĆERNE REPE

Petrović N., Maksimović Ivana

REZIME

U polukontrolisanim uslovima staklare, metodom vodenih kultura je kod mladih biljaka šećerne repe (genotipovi: Darija, Sara, Drena, Lara i NS-Hy–41 R) ispitan uticaj koncentracije azota (2, 5 i 10 mM) na neke fiziološke pokazatelje i procese. Najveća masa suve materije, lisna površina i aktivnost NR utvrđeni su kod biljaka gajenih u prisustvu 5 mM N. Sadržaj hlorofila a i b je značajno zavisio od obezbeđenosti azotom. Sadržaj slobodnog prolina i difuzni otpor stoma su sa povećenjem koncentracije N opali, a vodni deficit se povećao. Takođe, genotipovi su različito reagovali na sadržaj N u hranljivom rastvoru. Na primer, Darija i NS-Hy–41 R su posedovali veći kapacitet za redukciju nitrata u odnosu na ostale genotipove.

Ključne reči: šećerna repa, genotipovi, azot, koncentracija, masa suve materije, lisna površina, hlorofil, ANR, difuzni otpor stoma, prolin

UVOD

Veliki broj autora do sada je utvrdio da N povoljno utiče na sadržaj pigmenata hloroplasta, veličinu i fiziološku aktivnost lisne površine, zatim na intenzitet i produktivnost fotosinteze (Evans, 1989). Optimalna obezbeđenost biljaka N prvenstveno se ističe na sintezu strukturnih i katalitičkih proteina fotosintetičkog aparata. Povoljna obezbeđenost biljaka u N naročito se uočava kod aktivnosti enzima koji učestvuju u tamnoj fazi fotosinteze i transportu elektrona kroz elektrotransportni lanac (Von Caemmerer i Ferqhar, 1981). Azot utiče i na vodni režim biljaka, na intenzitet transpiracije, transpiracioni koeficijent, i/ili na promenu stominog aparat (Kastori i Petrović, 1972). Usvajanje i metabolizam jona takođe zavisi od obezbeđenosti biljaka N. Njegovo dejstvo međutim, ne zavisi samo od količine već i od oblika u kojem se azot usvaja (Kurvits i Kirkby, 1980). Veći broj autora ukazuje na ulogu N na balans fitohormona u biljkama. U većine vrsta nedostatak N pove-

[1]Dr Novica Petrović, red. Prof., dr Ivana Maksimović, van. Prof. Poljoprivredni fakultet i Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad

ćava udeo ABA kako u korenu tako i u listovima (Krauss, 1978). Sinteza i transport citokinina takođe, vidno zavisi od obezbeđenosti biljaka N (Sattelmacher i Marschner, 1978). Azot posredno ili neposredno utiče i na otpornost biljaka na nepovoljne uslove spoljašnje sredine, bolesti i napad štetočina (Kimpeel i Rey, 1985, Bray et al., 2000, Čulkin, 2000).

Imajući navedeno u vidu smatralo se da je od interesa da se ispita uticaj koncentracije N kod različitih genotipova šećerne repe na proticanje nekih fizioloških procesa i pokazatelja.

MATERIJAL I METOD RADA

Ogledi su izvedeni u polukontrolisanim uslovima, u staklari metodom vodenih kultura sa mladim biljkama šećerne repe. U ogledu su bili uključeni sledeći genotipovi: Darija, Sara, Drena, Lara i NS-Hy–41 R. Naklijavanje semena izvršeno je u vermikulitu u termostatu na 25°C Ponici su nakon klijanja preneti u posude za vodene kulture na ½ Hoaglandovog hranljivog rastvora koji je sadržao tri koncentracije N: 2,0; 5,0 i 10,0 mM. Na ovom hranljivom rastvoru biljke su gajene 40 dana.

Masa suve materije nadzemnog dela i korena određena je sušenjem u sušnici do konstantne mase na temperaturi od 65°C. Lisna površina je merena automatskim fotoelektričnim meračem LI–3000 (Li-COR, USA). Sadržaj hlorofila (a+b) određen je u apsolutno čistom acetonu korišćenjem molarnih ekstincionih koeficijenata po Wettstein-u (1957). Aktivnost NR određena je u fosfatnom puferu pH 7,4 (Witt, 1975), difuzni otpor stoma je meren na aparatu Diffusive resistance metar, model LI–60 (LIC, USA). Sadržaj slobodnog prolina utvrđen je spektrofotometrijski metodom Bates et al. (1973).

Rezultati su statistički obrađeni analizom varijanse, a razlike između pojedinih tretmana Duncan's multiple range testa.

REZULTATI I DISKUSIJA

Masa suve materije pojedinih genotipova šećerne repe vidno zavisi ne samo od njihove obezbeđenosti u N, već i od gajenog genotipa. Reakcija je naročito uočljiva između prinosnog, normalnog i šećernatog genotipa. U proseku masa suve materije nadzemnog dela se povećala sa povećanjem koncentracije NO_3 u hranljivom rastvoru, a u korenu smanjila (Petrović i Kastori, 1990).

Masa suve materije u ovim ispitivanjima značajnije je zavisila od koncentracije N u hranljivom rastvoru nego od gajenog genotipa. Naime, kod svih ispitivanih genotipova najveća masa suve materije nadzemnog dela i korena utvrđena je pri srednjoj, optimalnoj koncentraciji N (Tab. 1). Petrović i Kastori (1992) u ispitivanjima u polukontrolisanim i poljskim uslovima, kod genotipa šećerne repe PN-mono–4, uočavaju direktnu zavisnost između mase sveže materije nadzemnog dela, broja i površine listova i ispitivanih količina azota. Petrović i Kastori (1990) međutim, kod nekih genotipova šećerne repe uočili su značajno veću genetsku reakciju na prisustvo N u hranljivom rastvoru. Slične vrednosti su dobijene od strane Krstić et al. (1986), i Gunes et al. (1998) kod biljaka paradajza i *Lolium perene*.

Petrović i Kastori (1992), su u polukontrolisanim i poljskim uslovima uočili direktnu zavisnost između obezbeđenja biljaka šećerne repe i pirinča azotom i veličine lisne površine. Veličina lisne površine kod proučavanih genotipova šećerne repe u ovim ispitivanji-

Tab. 1. Uticaj koncentracije N na masu suve materije mladih genotipova šećerne repe (mg/biljka)
Table 1. The effect of concentrations N on the dry weight in young sugar beet genotypes (mg/plant)

Genotipovi *Genotypes*	Koncentracija – Concentration N (mM)			LSD 5%
	2,0	5,0	10,0	
	Nadzemni deo – Above-ground parts			
Darija	207,5	246,3	212,9	
Sara	170,0	171,4	177,9	
Drena	179,2	181,3	168,3	15,0
Lara	188,8	195,0	183,8	
NS-Hy-41 R	172,1	200,0	155,5	
LSD 5%		17,1		
	Koren – Roots			
Darija	39,5	43,5	34,6	
Sara	28,3	29,6	29,9	
Drena	26,5	29,5	29,4	2,45
Lara	29,9	30,3	27,3	
NS-Hy-41 R	26,6	31,5	24,6	
LSD 5%		3,14		

ma ukazuje na direktnu zavisnost kako od primenjenih koncentracija tako i od ispitivanog genotipa (Tab. 2). Genetska reakcija uočena je pri svim nivoima N, a najveća površina lista utvrđena je pri srednjoj ispitivanoj koncentraciji N. Slične vrednosti su dobijene i kod drugih genotipova šećerne repe (Arsenijević-Maksimović Ivana et al., 2002). Kastori et al. (2001) kod mladih biljaka suncokreta, takođe su utvrdili značajno povećanje lisne površi-

Tab. 2. Uticaj koncentracije N na veličinu lisne površine i sadržaj hlorofila (a + b) kod mladih genotipova šećerne repe
Table 2. The effect of concentrations N on the leaf area size and chlorophyll (a+b) content in young sugar beet genotypes

Genotipovi *Genotypes*	Koncentracija – Concentration N (mM)			LSD 5%
	2,0	5,0	10,0	
	Lisna površina (cm^2/biljka) – Leaf area (cm^2/plant)			
Darija	67,4	78,1	66,8	
Sara	59,8	55,7	56,9	
Drena	56,4	53,8	50,6	4,68
Lara	59,8	63,6	56,0	
NS-Hy-41 R	50,7	60,0	41,9	
LSD 5%		5,96		
	Hlorofil (a + b) (mg/g suve materije) – Chlorophyll (a+b) (mg/g DW)			
Darija	19,3	19,2	19,9	
Sara	17,9	21,0	21,3	
Drena	19,1	18,4	20,0	1,58
Lara	18,8	20,5	22,0	
NS-Hy-41 R	19,2	19,8	20,0	
LSD 5%		2,01		

ne sa povećanjem koncentracije N u hranljivom rastvoru. Krstić et al. (1996) su kod različitih linija kukuruza, u poljskim uslovima utvrdili da lisna površina vidno zavisi ne samo od primenjenih količina N, već i od vremena njegove primene.

U novije vreme, na osnovu sadržaja hlorofila, razvijen je novi metod utvrđivanja obezbeđenosti biljaka N (Arsenijević-Maksimović Ivana i Kastori, 1990). Autori su kod tri genotipa šećerne repe utvrdili visoko pozitivnu korelaciju između sadržaja hlorofila a+b i N u listovima. Sadržaj hlorofila a+b kod ispitivanih genotipova šećerne repe, takođe, ukazuje na direktnu zavisnost od njihove obezbeđenosti N. Istovremeno rezultati potvrđuju da je sadržaj hlorofila a+b vidno zavisio od ispitivanog genotipa (Tab. 2). Kastori et al. (2001) kod mladih biljaka suncokreta takođe, su utvrdili značajno povećanje sadržaja hlorofila a+b i karotenoida sa povećanjem koncentracije N u hranljivom supstratu. Kod različitih linija kukuruza uočena je vidna reakcija genotipa, te uticaj vremena i količine N na sadržaj hlorofila i karotenoida (Krstić et al., 1996).

Kapacitet za redukciju NO_3 u navedenim ispitivanjima ukazuje da je ANR značajno zavisila kako od koncentracije N u hranljivom supstratu tako i od ispitivanog genotipa (Tab. 3). Kod genotipa Darije i NS-Hy–41 R u nadzemnom delu uočena je linearna zavisnost između ANR i koncentracije N u hranljivom supstratu. Kod ostala tri genotipa najveća aktivnost NR utvrđena je pri srednjoj ispitivanoj koncentraciji N. Aktivnost NR u korenu, koja je značajno bila manja nego u nadzemnom delu, takođe je opravdano zavisila od ispitivanog genotipa, te proučavanih koncentracija N u hranljivom rastvoru (Tab. 3). Aktivnost NR kod genotipa PN-mono–4 nalazila se u pozitivnoj korelaciji sa konectracijama N u hranljivom supstratu (Petrović i Kastori, 1992). Direktna zavisnost između ANR i koncentracije NO_3 uočena je u brojnih vrsta: pirinča, pasulja, ricinusa, kukuruza i dr.

Tab. 3. Uticaj koncentracije N na aktivnost NR u mladih genotipova šećerne repe (μM NO_2/g sveže materije/h)
Table 3. The effect of concentrations N on the NR activity in young sugar beet genotypes (μM NO_2/g FW/h)

Genotipovi *Genotypes*	Koncentracija – Concentration N (mM)			LSD 5%
	2,0	5,0	10,0	
	Nadzemni deo – Above-ground parts			
Darija	1,47	4,44	4,85	
Sara	1,85	3,54	2,84	
Drena	1,93	4,43	3,61	0,28
Lara	2,91	5,17	3,40	
NS-Hy-41 R	2,71	2,94	4,75	
LSD 5%		0,34		
	Koren – Roots			
Darija	1,77	1,99	0,92	
Sara	3,07	3,29	1,77	
Drena	2,62	1,66	1,08	0,14
Lara	1,97	1,54	1,09	
NS-Hy-41 R	0,98	1,33	1,22	
LSD 5%		0,17		

Usvajanje CO_2 i/ili odavanje vode kod biljaka pamuka se linearno povećavalo sa povećanjem koncentracije N u hranljivom rastvoru (Reddy et al., 1996). Radin et al. (1985) zaključuju da oba procesa, fotosinteza i transpiracija vidno zavise od provodnosti stoma, njihove otvorenosti, odnosno od akumulacije ABA. Veće koncentracije N, kod većine biljnih vrsta, povoljno utiču na broj i površinu listova, te na broj i veličinu stoma (Petrović i Kastori, 1990). Međutim, intenzitet transpiracije, na primer, kod različitih linija i hibrida šećerne repe ukazuje da primanje, posebno odavanje vode vidno zavisi i od unutrašnjih činilaca (Petrović et al., 1987).

Veličina difuznog otpora stoma u ovim ispitivanjima, takođe, ukazuju na njegovu značajnu zavisnost kako od koncentracije N u hranljivom supstratu tako i od proučavanog genotipa (Tab. 4). Na osnovu dobijenih rezultata ispitivanja može se zaključiti da se difuzni otpor stoma vidno smanjivao sa povećanjem koncentracije N u hranljivom rastvoru, te da je uočena značajna genotipska reakcija pri svim nivoima N. Dobijeni rezultati se slažu sa ispitivanjima Kastori i Petrović, (1990), Arsenijević-Maksimović, Ivana et al. (2000), Arsenijević-Maksimović, Ivana et al. (2002).

Brojni autori uočili su, kod većine biljaka, visoku korelaciju između sadržaja prolina i njihove tolerantnosti prema stresnim uslovima. Istovremeno je potvrđeno da se uloga prolina u biljkama ne ogleda samo kao osmotski aktivna supstanca. Naime, akumulirani prolin nakon prestanka delovanja stresa za biljke čini značajnu rezervu organskog N, zatim kao komponenta pigmenata vakuole, i/ili omogućava sintezu ATP.

Sadržaj prolina kod mladih biljaka šećerne repe značajno je zavisio od koncentracije N u hranljivom rastvoru (Tab. 4). Naime kod svih ispitivanih genotipova šećerne repe udeo prolina se opravdano smanjivao sa povećanjem koncentracije N u hranljivom rastvoru. Istovremeno uočena je genetska reakcija ispitivanih genotipova u nakupljanju proli-

Tab. 4. Uticaj koncentracije N na difuzni otpor stoma i sadržaj prolina kod mladih genotipova šećerne repe

Table 4. The effect of concentrations N on the stomatal diffusion resistance and free proline content in young sugar beet genotypes

Genotipovi *Genotypes*	Koncentracija – Concentration N (mM)			LSD 5%
	2,0	5,0	10,0	
	Difuzni otpor stoma – Stomatal diffusion resistance (sec·cm^{-1})			
Darija	0,467	0,445	0,406	
Sara	O,553	0,464	0,407	
Drena	0,548	0,506	0,435	0,038
Lara	0,537	0,472	0,438	
NS-Hy-41 R	0,444	0,421	0,407	
LSD 5%		0,047		
	Prolin (µg/g sveže materije) – Proline (µ/g FW)			
Darija	44,7	35,6	28,6	
Sara	43,9	40,4	29,7	
Drena	33,8	28,9	26,3	2,62
Lara	32,5	28,0	26,2	
NS-Hy-41 R	38,2	25,5	27,4	
LSD 5%		3,33		

na. Genetska specifičnost nekih sorata i hibrida šećerne repe u pogledu nakupljanja prolina uočena je i od strane Arsenijević-Maksimović et al. (2002). Isto tako, potvrđeno je da brojni drugi neophodni elementi u nedostatku, a ostali u suvišku podstiču povećanje sadržaja prolina, na primer sumpor, Arsenijević-Maksimović Ivana et al. (2002).

ZAKLJUČAK

Masa suve materije nadzemnog dela i korena kod svih ispitivanih genotipova šećerne repe utvrđena je pri srednjoj, optimalnoj koncentraciji azota u hranljivom rastvoru.

Veličina površine lista, sadržaj hlorofila (a+b) i ANR ukazuju na direktnu zavisnost kako od primenjenih koncentracija N, tako i od ispitivanog genotipa. Genetska reakcija uočena je pri svim nivoima N, a najveća površina lista, sadržaj hlorofila (a+b) i ANR utvrđene su pri srednjoj ispitivanoj koncentraciji N.

Difuzni otpor stoma i udeo prolina vidno su se smanjili sa povećanjem koncentracije N u hranljivom supstratu, a njihova vrednost bila je različita i između ispitivanih genotipova.

LITERATURA

1. Arsenijević-Maksimović, Ivana, Kastori, R. (1999). The effect of different nitrogen forms on determination of sugar beet nitrogen status based on chlorophyll content. Zemljište i biljka, Vol. 48, No 1, 31–42.
2. Arsenijević-Maksimović, Ivana, Kastori, R., Panković, Dejana, Petrović, N. (2000): Uticaj Cd^{2+} na vodni režim mladih biljaka šćerne repe različito obezbeđenih sumporom. Zbornik radova, Naučni Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, sv. 34, 49–57.
3. Arsenijević-Maksimović, Ivana, Petrović, N., Kastori, R., Kovačev, L., Kevrešan, Ž., Sklenar, P. (2002): Uticaj vodnog potencijala na parametre vodnog režima i fluoresencije hlorofila mladih biljaka šećerne repe (*Beta vulgaris, ssp vulgaris*). Naučni Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, Zbornik radova, 37, 45–59.
4. Bates, L.S. (1973): Rapid determination of free proline for water-stress studies. Plant Soil, 39, 205–207.
5. Bray, E., Bailey-Serres, J., Weretilnyk, C. (2000): Responses to Abiotic Stress, 1158–1203. In: Buncham, B.B., Gruissen, W., Jones, R.L. (eds). Biochemistry and Molecular Biology of Plants. American Society of Plant Physiologists, Rockville, USA.
6. Čuklin, V.A. (2000): Agrotehničeskij metod zaščiti rastenij (ekologičeski bezopasnaja zaščita rastenij). Jokza, Moskva.
7. Evans, J.R. (1989): Photosynthesis and nitrogen relationships in leaves of C, plants. Ecologia,78, 9–19.
8. Gunes, A., Alpaslan, M., Inal, A. (1998): Critical Nutrient Concentrations and Antagonistic and Synergistic Relationships Among the Nutrients of NFT-Grown Young Tomato Plants. Journal of Plant Nutrition, 21 (10), 2035–2047.
9. Kastori, R. Petrović, M. (1972): Uticaj nekih biogenih elemenata na stomin aparat kukuruza. Zbornik za prirodne nauke Matice srpske, Novi Sad, 42, 124–135.
10. Kastori, R., Petrović, N. (1990): Uticaj etrela na broj i veličinu stoma kod šećerne repe pri različitim nivoima obezbeđenosti azotom. Zbornik Matice srpske za prirodne nauke, 78, 5–13.

11. Kastori, R., Petrović, N., Lomović, S., Jelić, M., Arsenmijević-Maksimović, I. (2001): Effect of ecological factors on genetic specificity for the contents of macro and microelements in wheat grain. Zbornik Matice srpske za prirodne nauke, Novi Sad, 101, 71–76.
12. Kimpel, J.L., Key, J.L. (1985): Presence of heat shock mRNA in field grown soybeans. Plant Physiology, 79, 672–678.
13. Krauss, A. (1978): Tuberization and abscisic acid content in *Solanum tuberosum* as affected by nitrogen nutrition. *Potato res*, 21, 183–193.
14. Krstić, B., Gebauer, G., Sarić, M. (1986): Specific response of sugar beet cultivars to different nitrogen forms. Z. Pflanzenernähr Bodenk, 149, 561–571.
15. Krstić, B., Latković, D, Pajević, S., Petrović, N., Starčević, Lj. (1996): Uticaj načina ishrane azotom na neke fiziološke pokazatelje kod linija kukuruza. Savremena poljoprivreda. Vol. 44, br. 1–2, 1–125.
16. Kurvits, A., Kirkby, A. (1980): The uptake of nutritients by sunflower plants (*Helianthus annus*) growing in a continuous flowing and supplied with nitrate or ammonium as nitrogen source. Z. Pflanzenernähr. Bodenkude, 143, 140–149.
17. Petrović, M., Petrović, N., Kovačev, L. (1987): Uticaj vodnog deficita na aktivnost nitratreduktaze u različitih linija i hibrida šećerne repe. Zbornik Matice srpske za prirodne nauke, 73, 91–98.
18. Petrović, N., Kastori, R. (1990 a): Nitrate reductase in sugar beet genotypes supplied with different nitrate, 51–55.U: El Bassam, N. et al. (eds.) Genetic aspects of plant mineral nutrition. Kluwer Academic Publishers. Printed in the Netherlands.
19. Petrović, N., Kastori, R. (1990 b): Uticaj etrela na morfološke osobine listova mladih biljaka šećerne repe (*Beta vulgaris L.*) pri njihovoj različitoj obezbeđenosti azotom. Zbornik Matice srpske za prirodne nauke broj 79, 93–105.
20. Petrović, N., Kastori, R. (1992): Uticaj "Etilen generatora" na preraspodelu asimilata u šećernoj repi. Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Novom Sadu, Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, Zbornik radova, sv. 20, 223–234.
21. Radin, J.W., Mauney, J.R., Guinn, G. (1985): Effects of N fertility on plant water relation and stomatal responses to water stress in irrigated cotton. Crop Sci. 25, 110–114.
22. Reddy, A.R., Reddy, K.R., Padjung, R., Hodges, H.F. (1996): Nitrogen nutrition and photosynthesis in leaves of pima cotton. Journal of Plant Nutrition, 19, 5, 755–770.
23. Sattelmacher, B., And Marschner, H. (1978): Nitrogen nutrition and cytokinin activity in *Solanum Tuberosum*. Physiol. Plant. 42, 185–189.
24. Van Caemmerer, S. Farquhar, G.D. (1981): Some relationship between the biochemistry of photosynthesis and the gas excange of leaves. Planta, 153, 37
25. Wettstein, D. (1957): Chloropyll letale und submikkropische Formwechsel der Plastiden. Exp. Cell Res., 12, 427–433.
26. Witt, H.H. (1975): Die Beurteilung des Molybdän-ernährugszustandes von Pflanzen mit Hilfe der Nitratreduktas-aktivität, PhD Thesis, Universität Hanover, Hanover.

THE EFFECT OF NITROGEN CONCENTRATION ON SOME PHYSIOLOGICAL PROCESS AND PARAMETERS IN YOUNG SUGAR BEET PLANTS

by
Petrović N., Maksimović Ivana

SUMMARY

The effect of nitrogen concentrations (2,5 i 10 mM) on several physiological processes and parameters in young sugar beet plants (genotypes: Darija, Sara, Drena, lara i NS-Hy–41 R) was investigated in semi-controlled conditions, in a glass house. The highest dry weight, leaf area and NR activity were found in plants grown in the presence of 5 mM N. Chlorophyll a and b content significantly dependend on nitrogen provision. Free proline content and stomatal diffusive resistance declined with the increase in N concentration, while water deficiency increased. Sugar beet genotypes differently racted on N content in the nutrient media. For example, Darija and NS-Hy–41 R hed higher capacity for nitrogen reduction than the other three genotypes.

Kej words: sugar beet, genotypes, N, concentration, DW, leaf area, NRA, stomatal difusion resistance, proline

Primljeno: 20. 09. 2006.
Prihvaćeno: 22. 09. 2006.