

UDK: 582.542.1:631.422+631.811+631.416.1

Originalni naučni rad

## MORFOLOŠKE I PRODUKTIVNE OSOBINE MISKANTUSA U PROMENLJIVOM VODNOM REŽIMU

Đurić Nenad<sup>1</sup>, Popović Vera<sup>2</sup>, Tabaković Marijenka<sup>3</sup>, Jovović Zoran<sup>4</sup>,  
Čurović Milić<sup>4</sup>, Mladenović Glamočlija Milena<sup>5</sup>,  
Rakašćanin Nikola<sup>6</sup>, Glamočlija Đorđe<sup>7</sup>

<sup>1</sup>Univerzitet Megatrend, Fakultet za biofarming; Republika Srbija, Bačka Topola.

<sup>2</sup>Institut za ratarstvo i povrtarstvo; Republika Srbija, Novi Sad.

<sup>3</sup>Institut za kukuruz; Republika Srbija, Beograd.

<sup>4</sup>Biotehnički fakultet; Crna Gora, Podgorica.

<sup>5</sup>Institut za primenu nauke u poljoprivredi; Republika Srbija, Beograd.

<sup>6</sup>Biogas Energy doo; Republika Srbija, Ilandža.

<sup>7</sup>Društvo selecionera i semenara Srbije; Republika Srbija, Beograd.

**Sažetak:** Rezultati trogodišnjih mikroogleda, predstavljeni u ovom radu, deo su višegodišnjih istraživanja započetih 2012. godine na oglednom polju u Surduku. Predmet istraživanja je miskantus, klon uvezen iz Nemačke za potrebe introdukcije u poljoprivrednu proizvodnju energetske useva. Zasad je zasnovan na černoze mu na lesnoj zaravni koji pripada kategoriji najplodnijih zemljišta. U periodu 2016-2018., postavljene su dve varijante istraživanja (kontrola i varijanta sa prihranjivanjem azotom). Tokom godišnjeg životnog ciklusa praćena je dinamika porasta biljaka, merenjem morfoloških pokazatelja u fenofazama najvažnijim za formiranje prinosa stabala. Posle berbe određeni su sadržaj vode i celuloze u vazdušno suvim stablima i obraćunat prinos stabala. Dobijene vrednosti poređene su po godinama istraživanja da bi se odredio uticaj meteoroloških činilaca na godišnji porast miskantusa. Dobijeni rezultati pokazuju da miskantus vrlo dobro uspeva na plodnom zemljištu dajući visoku produkciju biomase. U trogodišnjem proseku dobijeno je 24.990 kg ha<sup>-1</sup> vazdušno suvih stabala. Miskantus je tolerantan na letnje suše zahvaljujući snažnom i dubokohodnom korenovom sistemu koji se svake godine razvija i pojedine žile prodiru u duboke slojeve zemljišta. Tokom istraživanja u sve tri godine bilo je manje padavina od uslovno-optimalnih, ali je najpovoljniji mesećni raspored bio u 2018. godini. Raspored padavina u periodu april-oktobar ima najveću znaćaj na bokorenje, porast stabala i ukupan prinos biomase. U trogodišnjem proseku prihranjivanje azotom znaćajno je povećalo prinos suvih stabala, ali je efekat dopunske ishrane biljaka bio najveći u godini sa najpovoljnijim vodnim režimom. Proućavani tretmani nisu uticali na sadržaj celuloze u suvim stablima.

**Ključne reći:** miskantus, vodni režim, prihrana, azot, morfološke i produktivne osobine.

**E-mail autora za kontakt:** lami.agrif@gmail.com

Rad je nastao kao deo projekata TR 31025 koga finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije (2011-2020) i bilateralnog projekta, CG-SR "Alternativna žita i uljarice kao izvor zdravstveno bezbedne hrane i važna sirovina za proizvodnju biogoriva (2019-2020)".

Rad je primljen 10.01.2019. Recenziran je 26.01.2019. Za obavljanje je prihvaćen 28.01.2019.

## Uvod

*Miscanthus x giganteus* (miskantus) je višegodišnja bambusolika trava poreklom iz istočne Azije. Ova višegodišnja C4 trava ima odlike koje ju svrstavaju u obećavajuću vrstu za proizvodnju čvrstih biogoriva. Posедуje visok proizvodni potencijal i ekološki je vrlo prihvatljiva vrsta jer uspešno raste uz vrlo male količine pesticida i hraniva (Lewandowski i sar., 2000). Proizvodnja ekonomski isplativog čvrstog biogoriva od miskantusa mora ujediniti visoki prinos biomase, dobre energetske karakteristike i relativno niska ulaganja (Clifton-Brown i sar., 2001). U Evropu i na ostale kontinente prenesen je krajem 19. veka i u prvo vreme gajen kao dekorativna biljka po parkovima i na okućnicama. U Evropi je sredinom 20. veka dobijen triploidni interspecijes *Miscanthus x giganteus* Greef et Deu, koji je najinteresantniji za gajenje jer je neplodan i ne širi se po okolnom prostoru (Acikel, 2011; Djuric i Glamoclija (2017), a daje najveći prinos biomase u periodu do 20 godina. Nadzemna biomasa (sveža ili suva stabla i listovi) može se upotrebiti na više načina, na primer za dobijanje gasovitih, tečnih i čvrstih biogoriva, zatim kao stočna hrana, za proizvodnju građevinskih blokova, specijalnog betona, kao pokrивka za privredne i stambene objekte, za izradu biorazgradivih sudova za gajenje rasada, u industriji papira, za izradu geotekstila, za fitoremedijaciju devastiranih zemljišta u rekultivaciji, oko privrednih objekata radi smanjenja emisije štetnih gasova u atmosferu, na lovnim terenima za formiranje staništa plemenitoj divljači, kao ukrasni zasad na nepoljoprivrednim površinama i slično (Fowler i sar., 2003; Djuric i Glamoclija, 2017). U komercijalnu proizvodnju u Srbiji uveden je posle izvođenja ogleđa u različitim agroekološkim uslovima i dobijenih zaključaka da je ova vrsta najpodesniji energetski usev, kako sa stanovišta jednostavne agrotehnike (Dželetović i sar., 2009; Ikanović i sar., 2015), tako i u pogledu prinosa korisne biomase za dalju preradu (Živanović i sar., 2014; Maksimović i sar., 2016; Glamoclija i sar., 2018).

Cilj ovih istraživanja bio je proučavanje uticaja prihrane zasada miskantusa na morfološke i proizvodne osobine uz analizu osnovnih meteoroloških činilaca vode i toplote i njihovog efekta na upotrebljena azotna hraniva. Zasad je na početku istraživanja bio star pet godina, odnosno u punom rodu za komercijalnu proizvodnju.

## Materijal i metod rada

Trogodišnja istraživanja (2016-2018.) su izvedena u zasadu formiranom 2012. godine u mestu Surduk (opština Stara Pazova) na zemljištu tipa karbonatni černozeu obrazovan na lesnoj zaravni. Na osnovu agrohemijskih analiza izvedenih u laboratoriji Instituta za zemljište u Beogradu, ovo zemljište pripada prvoj bonitetskoj klasi (tabela 1).

Tabela 1. Agrohemijske analize černozeu na lesnoj zaravni (Surduk)

Table 1. Agrochemical soil analysis of chernozem on loess (Surduk)

Dubina sloja Layer depth	pH (H <sub>2</sub> O)	pH (nKCl)	Humus, %	N, %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg 100 g <sup>-1</sup> )	K <sub>2</sub> O (mg 100 g <sup>-1</sup> )
0-30 cm	7,9	7,1	3,66	0,253	17,4	21,6
30-60 cm	8,2	7,3	3,41	0,219	15,1	19,4
Prosek / Average	8,1	7,2	3,54	0,236	16,3	20,5

Zasad na oglednom polju dužine 10 m i širine 2 m formiran je u aprilu 2012. godine sadnjom dva rizoma po kvadratnom metru, tako da je dobijeno 40 bokora. Svaka elementarna parcela (5 m<sup>2</sup>) imala je po 10 bokora. Na pet parcela u slučajnom rasporedu zasad je prihranjivan krajem marta sa po 111 kg ha<sup>-1</sup> KAN-a (Dželetović i Glamočlija, 2015), dok na ostalih pet nisu korišćena mineralna hraniva. Mehaničko uklanjanje korova ranog prolećnog nicanja obavljano je sve dok stabla nisu pokrila međuredni prostor obrazujući bujnu masu koja je sprečavala pojavu korovskih biljaka (Maksimović i sar., 2016). Brojanje formiranih sekundarnih stabala obavljeno je tokom maja, a merenje visine i broja stabala u bokoru i broja listova na stablu tokom avgusta meseca, odnosno u fazi metličanja. U 2017. godini tokom faze metličanja bio je dugi sušni period sa visokim dnevnim temperaturama vazduha koje su prelazile 40°C tako da je metlicu formiralo manje od 5% biljaka. Ručna berba izvođena je tokom zime (decembar-januar) odsecanjem suvih stabala sa kojih su pod uticajem mrazeva otpali listovi. Sa svake elementarne parcele uzimani su uzorci za određivanje vlažnosti i sadržaja celuloze, a preostala pokošena biomasa je prirodno sušena i naknadno je određivan prinos koji je preračunat po jedinici površine. Vlažnost stabala utvrđena je sušenjem uzoraka na 105°C do konstantne mase (ISO 6596/2001), dok je sadržaj celuloze određen fibertek metodom (ISO 6865/2004). Dobijeni podaci obrađeni su analizom varijanse, a razlike između proučavanih tretmana testirane su LSD testom na 1% i 5% značajnosti.

Tokom vegetacionog perioda (mart-oktobar) praćeni su i analizirani osnovni meteorološki podaci po godinama istraživanja. Mesečne vrednosti su poređene po godinama, sa višegodišnjim prosekom i uslovno-optimalnim potrebama biljaka po fazama rastejanja.

Proučavajući uslovno-optimalne potrebe miskantusa prema vodi tokom godišnjeg porasta biljaka Clifton-Brown i sar. (2002.) su za geografsko područje zapadne Evrope izračunali da te sume iznose 550 mm. U prvoj godini u periodu mart-oktobar bilo je 432 mm padavina (tabela 2). Ova količina bila je manja od višegodišnjeg proseka i od potreba biljaka za 21,5%. Raspored padavina bio je nepovoljan, tako da je tokom jula i avgusta bilo samo 47 mm kiše što je samo jedna četvrtina od potreba biljaka za vodom. Povoljan vodni režim u septembru i oktobru uslovio je nastavak porasta biljaka tokom jeseni. Najnepovoljniji vodni režim u vegetacionom periodu bio je u drugoj godini kada je od marta do kraja oktobra bilo samo 412 mm padavina ili za 25% manje od potreba biljaka. U početku godišnjeg porasta obilne padavine povoljno su uticale na bokorenje i porast stabala, ali su zbog suše u periodu jun, jul i avgust izostali intenzivan porast biljaka i cvetanje. Biljke su prevremno ušle u faze fiziološke zrelosti tako da padavine u septembru i oktobru nisu uticale na retrovegetaciju. U 2018. godini vodni režim je bio najpovoljniji iako su sume padavina u periodu mart-oktobar bile manje od optimalnih potreba biljaka za oko 22%. Međutim, mesečni raspored bio je veoma povoljan, posebno u periodu bokorenja (maj) i intenzivnog porasta stabala (jun i jul). Obilne padavine i kasnije tokom leta uslovile su nastavak porasta biljaka koje su u fazi metličanja bile značajno više nego u prethodnim godinama.

Srednje mesečne temperature vazduha u vegetacionom periodu miskantusa bile su u sve tri godine više od proseka za područje istočnog Srema i od uslovno-optimalnih potreba biljaka, za 1,2°C. Analiza rasporeda toplote po mesecima pokazuje da je prve godine proleće bilo hladnije za 2°C, dok je tokom leta (jun-avgust) temperatura bila viša za 2,6°C. U periodu visokih letnjih temperatura bile su višemesečne suše. U drugoj godini prolećni period je imao povoljan toplotni režim, ali su tokom leta temperature vazduha bile više za 4°C i uz veoma male količine padavine vremenski uslovi bili su izuzetno nepovoljni za porast biljaka. Posle svežeg proleća u trećoj godini i sa temperaturama nižim od prosečnih (mart-april) za oko 2,5°C, nastupio je vrlo topao period. Temperature su bile više od potreba biljaka, ali je ovakav toplotni režim povoljno uticao na porast biljaka zbog obilnih letnjih padavina.

Tabela 2. Meteorološki podaci za Surduk, padavine (mm) i srednje temperature (°C)  
Table 2. Meteorological data for Surduk, precipitation (mm) and mean temperatures (°C)

Mesec Month	Godine / Years			$\bar{x}$	Optimum Optimum	Godine / Years			$\bar{x}$	Optimum Optimum
	2016	2017	2018			2016	2017	2018		
1.	46	23	39	55	-	1	-5	3	1,6	-
2.	41	20	47	51	-	7	3	2	2,1	-
3.	79	29	58	54	50	8	10	5	6,9	10
4.	35	66	35	52	55	13	12	17	13,0	15
5.	76	116	81	80	85	18	18	20	18,3	18
6.	98	37	85	82	90	22	23	21	22,4	19
7.	35	16	97	65	100	23	25	22	24,0	21
8.	12	30	77	56	80	23	25	24	23,5	21
9.	45	61	53	54	55	19	18	18	18,5	18
10.	58	57	37	54	35	14	13	14	11,2	10
11.	50	52	49	52	-	8	7	8	7,1	-
12.	63	37	65	45	-	3	4	3	2,4	-
4-9.	432	412	428	497	550	17,5	18,0	17,6	17,2	16,5
1-12.	<b>632</b>	<b>544</b>	<b>723</b>	<b>692</b>	-	<b>13,3</b>	<b>12,8</b>	<b>12,9</b>	<b>13,1</b>	-

Vremenski uslovi u 2018. godini mogu se oceniti kao najpovoljniji za rastenje biljaka. U svojim istraživanjima Lewandowski i Heinz (2003) i Maksimović i sar. (2016.) navode da više temperature vazduha tokom leta, uz obilne padavine vrlo povoljno utiču na intenzivan porast stabala i procese fotosinteze.

### Rezultati istraživanja i diskusija

**Visina stabla.** U trogodišnjem proseku miskantus je obrazovao stabla visine 319 cm. Na ovu morfološku osobinu značajno su uticala oba proučavana činioca, vremenski uslovi i azotna hraniva (tabela 3).

Tabela 3. Prosečna visina stabla u periodu metličanja, cm  
Table 3. The average stalk height in the tasseling period, cm

Varijanta Variant	Godina / Year			Prosek Average
	2016.	2017.	2018	
Kontrola / Control	295	235	328	286
N 30 kg ha <sup>-1</sup>	318	242	355	305
Prosek / Average	307	239	342	296
LSD 5% = 34,5; LSD 1% = 61,6. LSD 5% = 14,9; LSD 1% = 25,8				

Prosečna visina stabala u drugoj, vremenski najnepovoljnijoj godini, bila je 230 cm. Ova vrednost značajno je manja nego u prvoj i vrlo značajno manja u odnosu na treću godinu. U trećoj godini, uz vrlo povoljan vodni i toplotni režim, biljke su obrazovale stabla visine 342 cm. Ova vrednost bila je značajno veća i u odnosu na prvu godinu. Prihranjivanje azotom ispoljilo je pozitivan efekat na biljke u prvoj i trećoj godini, kao i ukupnom trogodišnjem proseku. O značaju dopunske ishrane biljaka azotom pokazali su rezultati koje navode Gonzalez-Dugo i Gastal (2010); Dželetović i Glamočlija (2015) i Glamočlija (2018) ističući da samo u povoljnom vodnom režimu biljke mogu da iskoriste ovaj element za povećanje ukupne biomase.

Iako je broj listova na stablu stabilna osobina miskantusa, kao i ostalih biljaka iz porodice trava, meteorološki uslovi i dopunska ishrana azotom mogu uticati i na ovu morfološku osobinu. Prosečan broj listova po stablu bio je 13,2 (tabela 4).

Tabela 4. Broj listova na stablu u fazi metličanja  
Table 4. Number of leaves on stalk in the tasseling period

Varijanta Variant	Godina / Year			Prosek Average
	2016.	2017.	2018	
Kontrola / Control	13	10	15	12,7
N 30 kg ha <sup>-1</sup>	14	10	17	13,7
Prosek / Average	13,5	10,0	16,0	13,2
LSD 5% = 3,25; LSD 1% = 5,56. LSD 5% = 1,33; LSD 1% = 2,31				

Najmanje listova bilo je na stablima biljaka obrazovanih u drugoj godini (10), dok je u prvoj i trećoj bilo značajno više (13,5, odnosno 16,0). Prihranjivanje azotom imalo je značajan pozitivan efekat samo u trećoj godini (2018.).

Na vrednosti broja stabala u bokoru, koja ima najveći uticaj na ukupan prinos nadzemne biomase, vremenski uslovi i prihranja azotom imali su značajan uticaj (tabela 5).

Miskantus je višegodišnja trava koja se intenzivno bokori u godinama maksimalne produkcije biomase. Na broj obrazovanih sekundarnih stabala veliki uticaj imaju gustina zasada, ali i vremenski (Monti i Zatta, 2009) i zemljišni uslovi, odnosno snabdevenost biljnim asimilativima (Ikanović i sar., 2015; Djuric i Glamoclija, 2017).

Tabela 5. Broj stabala u bokoru  
Table 5. Number of stalks in tiller

Varijanta Variant	Godina / Year			Prosek Average
	2016.	2017.	2018	
Kontrola / Control	26	27	30	27,7
N 30 kg ha <sup>-1</sup>	29	30	34	31,0
Prosek / Average	27,5	28,5	32,0	29,4
LSD 5% = 3,87; LSD 1% = 6,72. LSD 5% = 2,32; LSD 1% = 4,11				

Najveći značaj na intenzitet bokorenja imali su povoljni toplotni uslovi i vodni režim tokom proleća. U sve tri godine vremenski uslovi su bili povoljni, ali je broj formiranih stabala u trećoj godini bio značajno veći nego u prvoj. Prihranjivanje azotom u sve tri godine pozitivno je uticalo na broj stabala u bokoru.

Prosečan trogodišnji prinos stabala bio je 24.990 kg ha<sup>-1</sup> sa značajnim variranjima kao posledicom promenljivih vremenskih uslova po godinama istraživanja (tabela 6).

Tabela 6. Prinos suvih stabala, kg ha<sup>-1</sup>  
Table 6. Dry stalks yield, kg ha<sup>-1</sup>

Varijanta Variant	Godina / Year			Prosek Average
	2016.	2017.	2018	
Kontrola / Control	25.320	18.025	30.855	24.733
N 30 kg ha <sup>-1</sup>	25.550	17.980	32.210	25.427
Prosek / Average	25.435	18.003	31.533	24.990
LSD 5% = 6.432,2; LSD 1% = 11.192,1. LSD 5% = 655,4; LSD 1% = 1.128,6				

Tokom višegodišnjeg životnog ciklusa miskantus razvija snažan dubokohodan korenov sistem velike usisne moći i tolerantan je na nepovoljne agroekološke uslove. Međutim, visok prinos biomase daje samo u uslovima povoljnog vodnog režima, odnosno ako tokom godišnjeg ciklusa ima oko 550 mm padavina kako su izračunali Clifton-Brown i sar. (2002). Ova, kao i prethodna, istraživanja (Dželetović i sar., 2013; Vojvodić i sar., 2018) potvrdila su da su letnje padavine najvažniji uslov za postizanje visokog prinosa stabala. U godini najpovoljnijeg vodnog

režima i mesečnog rasporeda padavina dobijen je najveći prinos suvih stabala, 31.533 kg ha<sup>-1</sup>. Prihranjivanje biljaka azotom značajno je povećalo prinos, za oko 5%. U drugoj godini prinos suvih stabala bio je značajno manji nego u prvoj i trećoj godini. Prihranjivanje azotom nije imalo značaja u prvoj i drugoj godini, ali jeste u trogodišnjem proseku. Proučavajući proizvodne osobine miskantusa u agroekološkim uslovima severne Evrope Lewandowski i Heinz (2003) su zaključili da povoljan vodni i toplotni režim imaju najveći uticaj na ukupan prinos nadzemne biomase.

Ručna berba stabala obavljena je u periodu pošto su biljke odbacile listove posle mrazeva koji su zabeleženi početkom zime u sve tri godine istraživanja. Variranja u sadržaju vode bila su po godinama istraživanja, a najmanju vlažnost imala su stabla u drugoj godini 7,61% (tabela 7).

Tabela 7. Vlažnost stabala u vreme berbe, %  
Table 7. Stalk moisture in harvest time, %

Varijanta Variant	Godina / Year			Prosek Average
	2016.	2017.	2018	
Kontrola / Control	7,95	7,63	8,55	8,04
N 30 kg ha <sup>-1</sup>	7,96	7,59	8,58	8,04
Prosek / Average	7,96	7,61	8,57	8,04
LSD 5% = 0,955; LSD 1% = 1,66. LSD 5% = 0,334; LSD 1% = 0,576				

Analiza uticaja proučavanih tretmana pokazala je jedino značajna variranja u vlažnosti stabala u drugoj i trećoj godini, što je posledica obilnih padavina u vreme berbe 2018. godine. Meteorološki uslovi u vreme berbe miskantusa imaju veliki značaj i zato stabla, pre unošenja u skladište, treba prosušiti u kupama na njivi (Dželetović i sar. 2009). Prihranjivanje azotom nije uticalo na ovu biološku osobinu.

Sadržaj celuloze u suvim stablima varirao je od 32,05% do 32,20%. Hemijske analize su pokazale da stabla miskantusa imaju visok sadržaj celuloze što ih čini podesnom sirovinom u industriji papira, geotekstila ili kao čvrsto biogorivo. Proučavani tretmani nisu uticali na promenu sadržaja celuloze u stablima koji u trogodišnjem proseku bio 32,14% (tabela 8).

Tabela 8. Sadržaj celuloze, %  
Table 8. Cellulose content, %

Varijanta Variant	Godina / Year			Prosek Average
	2016.	2017.	2018	
Kontrola / Control	32,13	32,21	32,09	32,14
N 30 kg ha <sup>-1</sup>	32,20	32,19	32,01	32,13
Prosek / Average	32,17	32,20	32,05	32,14
LSD 5% = 0,955; LSD 1% = 1,66. LSD 5% = 0,955; LSD 1% = 1,66				

Proučavajući kvalitet stabala miskantusa gajenog u različitim agroekološkim uslovima Srbije Maksimović i sar. (2016) su zaključili da uslovi uspevanja i primenjena agrotehnika nemaju veći uticaj na hemijski sastav nadzemne biomase jer se tokom sazrevanja biljaka najveći procenat hranljivih supstanci premesti u rizome. Oko 80% vazdušno suve mase stabla su ugljeni hidrati sa preko 32% celuloze.

## Zaključak

Na osnovu rezultata dobijenih proučavanjem morfoloških i produktivnih osobina miskantusa u promenljivom vodnom režimu mogu se izneti sledeće zaključci:

- Miskantus je višegodišnja biljka koja od druge ili treće godine, zavisno od vremenskih uslova, daje prinos nadzemne biomase podesan za komercijalnu preradu;

- Ova istraživanja pokazala su da biljke u zasadu starom pet godina na černozeu mogu uspevati u uslovima vrlo nepovoljnog vodnog režima tokom vegetacionog perioda, tako da su u godinama malih i nepravilno raspoređenih padavina (2016. i 2017.) ostvareni zadovoljavajući prinosi suvih stabala čije su vrednosti bile od 18.025 kg ha<sup>-1</sup>, do 25.550 kg ha<sup>-1</sup>;

- U godinama nepovoljnog rasporeda padavina tokom perioda rasteња biljaka (april-oktobar), posebno u prolećnom periodu prihranjivanje useva nije značajno uticalo na intenzitet bokorenja, visinu stabala, kao ni na povećanje prinosa biomase;

- Godine 2018. količine padavina u vegetacionom periodu bile su manje nego 2016. a samo 16 mm veće nego u 2017., ali je vrlo povoljan mesečni raspored vrlo značajno uticao na ukupan porast biljaka, visinu prinosa i efekat azota upotrebljenog za prihranjivanje;

- Analiza meteoroloških uslova i njihov uticaj na produktivnost miskantusa pokazuje da bi se mogli ostvariti značajno veći prinosi biomase uz prihranjivanje biljaka azotom i zalivanje u periodima kritičnim za vodu.

- Promenljivi vremenski uslovi i upotrebljeni azot nisu uticali na sadržaj celuloze u stablima.

## Literatura

1. Acikel, H., (2011): The use of *Miscanthus x giganteus* as a plant fiber in concrete production. Scientific Research and Essays, 6(13)2660-2667. DOI: 10.5897/SRE10.1139.
2. Clifton-Brown, J.C., Lewandowski, I., Anderson, B., Basch, G., Dudley, G.C., Kjeldsen, J.B., Jørgensen U., Mortensen, J.V., Riche, A., Schwarz, K.U., Tayebi, K., Teixwira, F. (2001): Performance of 15 *Miscanthus* genotypes at five sites in Europe. *Agronomy Journal*. 93(5)1013-1019. DOI: 10.2134/agronj2001.9351013x.
3. Clifton-Brown, J.C., Lewandowski, I., Bangerth, F., Jones, M.B. (2002): Comparative responses to water stress in stay-green, rapid - and slow senescing genotypes of the biomass crop, *Miscanthus*. 42<sup>nd</sup> New Phytologist Symposium, Lake Tahoe, CA.
4. Djuric, N., Glamočlija, Đ. (2017): Introduction of *Miscanthus* in agricultural production in Serbia and the potential for using biomass for obtaining alternative fuels. Thematic Proceedings; 453-470. International Scientific Conference, Sustainable agriculture and rural development in terms of the Republic of Serbia strategic goals realization within the Danube region - support programs for the improvement of agricultural and rural development.
5. Dželetović, Ž., Mihajlović, N., Glamočlija, Đ., Dražić, G., Đorđević, S. (2009): Žetva i skladištenje *Miscanthus x giganteus* Greef et Deu. *Poljoprivredna tehnika* 34(3)9-16. UDK: 631.147, 633.2.
6. Dželetović, Ž., Živanović, I., Pivić, R., Maksimović, J. (2013): Water supply and biomass production *Miscanthus x giganteus* Greef et Deu. Proceedings, 435-450. The 1<sup>st</sup> International Congress on Soil Science, XIII National Congress in Soil Science, Soil - Water - Plant, Belgrade, Serbia, 23-26.09.2013.
7. Dželetović, Ž.S., Glamočlija, Đ.N. (2015): Effect of nitrogen on the distribution of biomass and element composition of the root system of *Miscanthus x giganteus*. *Archives of Biological Sciences (Belgrade)*, 67(2)547-560. DOI: 10.2298/ABS141010017D.
8. Fowler, P.A., McLauchlin, A.R., Hall, L.M. (2003): The potential industrial uses of forage grasses including *Miscanthus*. BioComposites Centre, University of Wales, Bangor, 1-37. Preuzeto sa [https://www.researchgate.net/publication/251515059\\_The\\_Potential\\_Industrial\\_Uses\\_of\\_Forage\\_Grasses\\_Including\\_Miscanthus](https://www.researchgate.net/publication/251515059_The_Potential_Industrial_Uses_of_Forage_Grasses_Including_Miscanthus).

9. Glamočlija, Đ., Đurić, N., Spasić, M. (2018): The influence of agro-ecological conditions on the production properties of miscanthus. 8<sup>th</sup> International Symposium On Natural Resources Managment, 173-178. 19.09.2019. Megatrend University, Faculty of Managment. Zaječar, Republic of Serbia.
10. Gonzalez-Dugo, V., Durand, J.-L., Gastal, F. (2010). Water deficit and nitrogen nutrition of crops. A review. *Agron. Sustain. Dev.*, 30:529-544; DOI: 10.1051/agro/2009059; www.agronomy-journal.org.
11. Ikanović, J., Popović, V., Janković, S., Rakić, S., Dražić, G., Živanović, Lj., Kolarić Lj., Lakić Ž. (2015): Produkcija biomase miskantusa gajenog na degradiranom zemljištu. Zbornik naučnih radova Instituta PKB Agroekonomik. 20(1-2)115-123. XXIX Savetovanje agronoma, veterinara i tehnologa, Institut PKB Agroekonomik, Beograd, 25-26.02.2015. Beograd, Republika Srbija.
12. Lewandowski, I., Clifton-Brown, J.C., Scurlock, J.M.O., Huisman, W. (2000). Miscanthus: European experience with a novel energy crop. *Biomass and Bioenergy*, 19:209-227. DOI: 10.1016/S0961-9534(00)00032-5.
13. Lewandowski, I., Heinz, A. (2003): Delayed harvest of miscanthus - influences on biomass quantity and quality and environmental impacts of energy production. *European Journal of Agronomy*, 19(1)45-63. DOI: 10.1016/S1161-0301(02)00018-7.
14. Maksimović, J., Pivić, R., Stanojković-Sebić, A., Vučić-Kišgeci, M., Kresović, B., Dinić, Z., Glamočlija, Đ. (2016): Planting density impact on weed infestation and the yield of Miscanthus grown on two soil types. *Plant, Soil and Environment*, 62(8)384-388. DOI: 10.17221/234/2016-PSE.
15. Maksimović, J., Dželetović, Ž., Dinić, Z., Stanojković-Sebić, A., Pivić, R. (2016): Quality analysis of the *Miscanthus x giganteus* biomass cultivated in agro-ecological conditions of the Republic of Serbia. VII Scientific Agriculture Symposium, Agrosym 2016, Jahorina, 2008-2014. DOI: 10.7251/AGRENG1607300.
16. Monti, A., Zatta A. (2009): Root distribution and soil moisture retrieval in perennial and annual energy crops in Northern Italy. *Agr. Ecosyst. Environ.* 132, 252-259. DOI: 10.1016/j.agee.2009.04.007.
17. Vojvodić, D., Živanović, Lj., Vujadinović Mandić, M., Ikanović, J., Žarković, B. (2018): Uticaj klimatskih promena na prinos zrna PKB hibrida kukuruza. Zbornik naučnih radova Instituta PKB Agroekonomik, 24(1-2)11-22. XXXII Savetovanje agronoma, veterinara, tehnologa i agroekonomista, Institut PKB Agroekonomik, 21.02.-22.02.2018. Beograd, Republika Srbija.
18. Živanović, Lj., Ikanović, J., Popović, V., Simić, D., Kolarić, Lj., Bojović, R., Stevanović, P. (2014): Effect of planting density and supplemental nitrogen nutrition on the productivity of miscanthus. *Romanian Agricultural Research*, No. 31:291-298; DII 2067-5720 RAR 428.



UDC: 582.542.1:631.422+631.811+631.416.1  
Original scientific paper

## MORPHOLOGICAL AND PRODUCTIVE PROPERTIES OF MISCANTHUS IN A VARIABLE WATER REGIME

Đurić Nenad<sup>1</sup>, Popović Vera<sup>2</sup>, Tabaković Marijenka<sup>3</sup>, Jovović Zoran<sup>4</sup>,  
Ćurović Milić<sup>4</sup>, Mladenović Glamočlija Milena<sup>5</sup>,  
Rakašćanin Nikola<sup>6</sup>, Glamočlija Đorđe<sup>7</sup>

---

<sup>1</sup>University of Megatrend, Faculty of biofarming; Republic of Serbia, Bačka Topola.

<sup>2</sup>Institute of Field and Vegetable Crops; Republic of Serbia, Novi Sad.

<sup>3</sup>Institute of maize; Republic of Serbia, Belgrade.

<sup>4</sup>University of Montenegro, Biotechnical Faculty; Montenegro, Podgorica.

<sup>5</sup>Institute of applied Science in Agriculture; Republic of Serbia, Belgrade.

<sup>6</sup>Biogas Energy, doo; Republic of Serbia, Ilandža.

<sup>7</sup>Plant Breeding and Seed Production; Republic of Serbia, Belgrade.

---

**Summary:** The results of three-year plot trials are part of several years of research started in 2012 in the field of Surduk. The subject of the research is a miscanthus, a clone imported from Germany for introduction to energy crops production. The plantation has been formed on chernozem, which belongs to the category of the most fertile soils. In period 2016-2018 were two variants – control and variant with nitrogen top dressing. During the annual life cycle, the dynamics of plant growth are monitored by measuring morphological indicators in phenophases most important for the formation of dry stalks yields. After harvest during the winter, the content of water and cellulose in dry stalks were determined and the calculated yield of stalks. The obtained values of the morphological indicators and the yield were compared with the years of research in order to determine the effect of meteorological factors on the annual increase in the miscanthus.

The results show that miscanthus grows well in fertile soil giving a high yield of dry stalks. The miscanthus is tolerant of summer drought because it has a well developed root system. In the period April-October 2016-2018 there was less precipitation than the needs of plants, but the month schedule was most favorable in 2018. In the three-year average, nitrogen storage significantly increased the yield of dry stalks, but the effect of top dressing was the highest in the year with the highest rainfall. The studied treatments did not affect the cellulose content in dry stalks.

**Key words:** miscanthus, water regime, nitrogen top dressing, morphological and productive properties.

---

Đurić, N. i sar. *Morfološke i produktivne osobine  
miskantusa u promenljivom vodnom režimu*

XXXIII Savetovanje agronoma, veterinara,  
tehnologa i agroekonomista  
*Zbornik naučnih radova 2019. Vol. 25 br. 1-2, str. 89-98*

Đurić, N. et al. *Morphological and Productive Properties  
of Miscanthus in a Variable Water Regime*

XXXIII Conference of Agronomists, Veterinarians,  
Technologists and Agricultural Economist  
*Proceedings of Research Papers 2019. 25 (1-2) p 89-98*

---