

UDK: 633.2.03

СПЕЦИФИЧНИ АГРОТЕХНИЧКИ УСЛОВИ ГАЈЕЊА МИСКАНТУСА

Жељко Целетовић^{1*}, Гордана Дражић¹, Срђан Благојевић²,
Невена Михаиловић¹

¹ИНЕП - Институт за примену нуклеарне енергије - Земун

²Пољопривредни факултет - Земун

*e-poшта: zdzeletovic@inep.co.yu

Садржај: Мискантус је вишегодишња, високо продуктивна, C₄-трава, пореклом из источне Азије. Мискантус представља биљну врсту подесну за интензивно гајење, која би својом биомасом требало у блиској будућности да омогући значајну супституцију постојећих енергетских извора са новим, обновљивим изворима, којим ће се смањити емисија CO₂.

Мискантус се убраја у групу тзв. „биоенергетских усева“, који се специфично узгајају да би се пожњели и сагорели у котловским постројењима, као алтернатива постојећим енергетским изворима. Сади се у пролеће, израсте током лета, а жање у зиму (од јануара до марта). Једном заснована култура мискантуса опстаје 15-20 година. Адекватним коришћењем стандардне пољопривредне механизације могу се остварити високи приноси биомасе (15-25 т/ха годишње). У раду су приказане одређене специфичности гајења мискантуса у односу на друге ратарске културе, а с циљем увођења у пољопривредну производњу ове перспективне биљне врсте и код нас.

УВОД

Мискантус је вишегодишња ризоматозна трава са C₄ фотосинтетским метаболизмом, која потиче из тропског и суптропског појаса, у источној Азији [Greef and Deuter, 1993]. Гајење мискантуса у Европи почело је током тридесетих година XX века, када је донет из Јапана. Познати су бројни орнаментални варијетети мискантуса, са различитим комерцијалним називима. Стерилни хибрид, хортикултуралног генотипа *Miscanthus x giganteus* Greef et Deu., је издвојио Данац Аксел Олсен (Axel Olsen), 1935 године, учивши његов изузетно снажан раст [Linde-Laursen, 1993]. Генотип *Miscanthus x giganteus* Greef et Deu., има неколико синонима: *Miscanthus sinensis* var. *giganteus* [Schwarz et al., 1994a], *Miscanthus x*

ogiformis Honda 'Giganteus' [Hansen and Kristiansen, 1997] и *Miscanthus* 'Giganteus' [Linde-Laursen, 1993]. Пољски огледи изведени у северној Европи почев од 1983 године, показали су капацитет за високе приносе, од преко 20 т суве масе ха⁻¹ годишње [Nielsen, 1987; Schwarz et al., 1994b].



Слика 1. Мискантус

Потенцијал приноса биомасе мискантуса истражује се у Немачкој почев од 1987 године [Lewandowski et al., 1995]. Годишњи вегетативни развој усева је једноставан. Нов надземни део ниче из земљишта у току априла. Ови надземни делови развијају се усправно, чврстих стабљика, које досежу максималну висину крајем августа. Стабљике мискантуса су сличне бамбусовим штаповима, обично се не гранају и садрже чврсто језгро.

БИОЕНЕРГЕТСКИ УСЕВИ

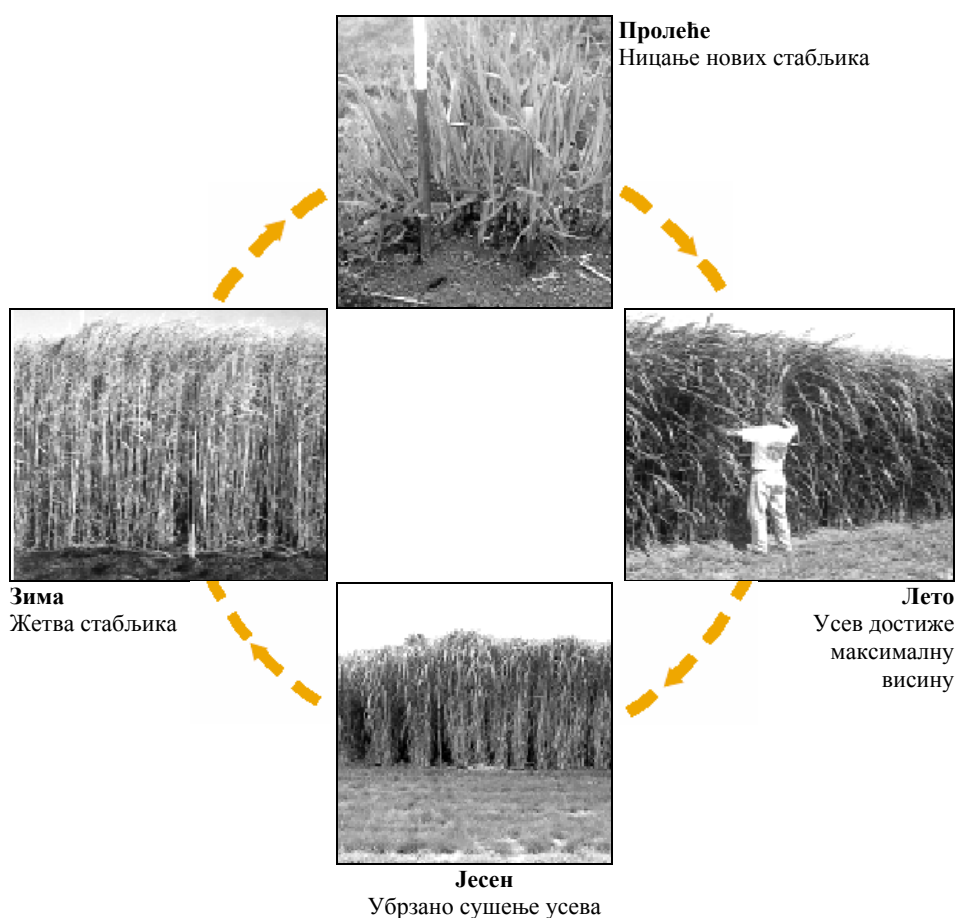
Енергетски усеви су усеви који се специфично узгајају да би се пожњели и сагорели у термоелектрани или у грејним системима. Они представљају нову врсту усева, који су развијени као одговор на потребу смањења атмосферског CO₂. Сагоревањем биомасе пружа се могућност снижавања емисија гаса стаклене баште - CO₂. Угљен диоксид (CO₂), који се ослобађа у току сагоревања, претходно је фиксиран биљкама. Сагоревањем мискантуса уместо угља, 90% емисије CO₂ може бити сачувано [Lewandowski et al., 1995].

Енергетска вредност пожњевене биомасе мискантуса је висока као и калорична вредност огревног дрвета (18-19 MJ kg⁻¹). У поређењу са другим лигно-целулозним биљкама биомаса мискантуса веома добро сагорева [Lewandowski and Kicherer, 1997]. Количина пепела је већа него код огревног дрвета, али је мања него код сламе [Schwarz, 1993].

Поред тога, резултати потврђују да је мискантус потпуно погодан и као сировински материјал за производњу пулпе у индустрији целулозе [Kordsachia et al., 1993].

ИЗБОР И ПРИПРЕМА ЗЕМЉИШТА ЗА МИСКАНТУС

Низијске пољопривредне парцеле сматрају се одговарајућим за гајење мискантуса, при чему се највећи приноси добијају на дубоким, влажним (вододрживим) земљиштима [MAFF, 2001]. Неопходно је да парцела не буде сувише натопљена у току зиме и раног пролећа, да не би узроковала проблеме жетвеној механизацији.



Слика 2. Годишњи циклус раста мискантуса

За успешно заснивање, олакшано касније газдовање усевом и високе приносе неопходна је квалитетна припрема парцеле. Како усев има потенцијал да буде узгајан најмање 15 година, важно је да заснивање буде исправно, ради избегавања будућих проблема. Први корак: у јесен пред садњу, испрска се парцела одговарајућим хербицидом (нпр. глифосат), ради заштите од вишегодишњих

корова. На парцели треба спречити збијање подповршинског земљишног слоја дубоким орањем током зиме. Наиме, коренови су присутни до дубине од 250 цм, а скоро половина од укупног корења присутна је у земљишном слојевима испод 90 цм дубине [Neukirchen et al., 1999].

Већа дубина укорјењавања и већа густина коренова мискантуса у подповршинском земљишном слоју омогућавају потенцијално веће усвајање хранива из подповршинског земљишног слоја. То омогућава усеву мискантуса да превазиђе периоде ниске приступачности хранива и воде, нарочито у току периода брзог раста надземне биомасе [Neukirchen et al., 1999].

ЗАСНИВАЊЕ УСЕВА

Највећи део код производне цене мискантуса проузрокују цене ангажовања механизације [Huisman and Kortleve, 1994]. У пролеће парцелу треба непосредно пред садњу истањирати, што ће уз претходно изведено дубоко орање помоћи дубоко укорјењавање усева.



Слика 3. Ризоми мискантуса

Метод заснивања новог усева је коришћењем ризома. Мискантус природно израста из подземних органа - ризома. Његово ширење је споро и он не би могао да се неконтролисано прошири на друге површине. Ови ризоми могу бити прекинути, а одсечци поново посађени за производњу нових биљака. Све операције размножавања, одржавања и жетве могу бити урађене са уобичајеном пољопривредном механизацијом. Жетва ризома може бити лака коришћењем ротационог култиватора за сечење ризома, а вадилица арпаџика или вадилица за кромпир за вађење ризома. Добија се висок проценат ницања од 70-95% од извађених и сортираних ризома [Huisman and Kortleve, 1994].

Садња може бити изведена коришћењем саднице за кромпир, разбацивача стајњака или посебном садницом за мискантус. Локални услови могу битно утицати на метод извођења садње. Опредељивањем за коришћење саднице за кромпир неопходно је разврстати ризома и уконтити оне који неће упасти у цев саднице (ако су већих димензија од промера цеви) и оне ризома који имају мање од 2-3 окца. Растојање између биљака се одређује брзином окретања земљишног тачка.

Након уношења ризома у бразду отворену раоником, земља се загрће, тј. ризоми се прекривају земљом. Садилуцу за кромпир треба да прати тешки ваљак, да потпомогне збијање земље. Радни учинак је низак (0,3 ха/час). Ова техника гарантује прецизну садњу, добру контролу дубине садње и високу ефикасност заснивања (95%), што је значајно за успех заснивања усева [MAFF, 2001].



Слика 4. Садилуца за кромпир.



Слика 5. Разбацивач стајњака

Коришћење разбацивача стајњака је мање погодан избор. Може се користити једноставним пуњењем бункера са ризомима или смешом ризома и земље и затим разбацивањем материјала у претходно утврђеним количинама за постизање жељене густине усева. Након разбацивања, ризоми се заоравањем прекрију земљом (10-15 цм). Ради бољег контакта између ризома и земљишта, тешким ваљком треба извршити ваљање површине, како би се потпомогло збијање површинског слоја земље. Ово мора бити изведено што је могуће брже, ради смањења губитака влажности у ризомима, након остављања на површини земљишта.

Овај метод има већи радни учинак (3 ха/час), али није прецизан, због мањкања контроле размака између биљака и дубине садње. Вероватно најзначајније је да ризоми не треба садити у фино обрађену земљу, тако да након ваљања контакт са земљиштем може бити веома слаб, а ризоми изложени сушењу. Резултати истраживања су показали да је коришћењем овог метода ефикасност заснивања свега 22% [MAFF, 2001].

Компанија Hvidsted Energy из Данске је конструисала посебну садилуцу за мискантус. Ова машина сади ризоми у 2 реда у плитке бразде отворене раоницима. Одмах по садњи земља се враћа назад да прекрије ризоми, а затим се поваља. Садилуца се може калибрисати на различите густине садње. Резултати су показали радни учинак од 1,25 ха/час и просечну ефикасност заснивања од 92% [MAFF, 2001].



Слика 6. Садилуца за мискантус „Hvidsted Energy“

Оптимална густина садње за било који систем пропагације је 20.000 биљака по хектару, али то може мање варирати од локације до локације. Ризоме треба садити узимајући у обзир и ширење биљака у току живота усева и на дубини 5-10 цм. Оптимално време садње ризома је март - април. Раном садњом користе се предности пролећно влажног земљишта и продужује прва сезона раста. Ово је значајно због омогућавања развоја већих ризомских система. Они су робуснији у наредним годинама, а усеви толерантнији према суши и измрзавању [MAFF, 2001].

Код мискантуса заснивање усева одвија се много брже него код кукуруза [van der Werf et al., 2001]. Заснивање усева мискантуса може бити успорено, уколико корови проузрокују проблеме [Christian, 1994].

Иначе, потребе мискантуса у азоту, фосфору и калијуму су ниже од потреба код типичних житних усева, укључујући и кукуруз [Beale and Long, 1997]. Ђубрењем са азотом, његов садржај у усеву расте скоро линеарно [Schwarz et al., 1994a].

ПРИНОСИ И РЕДОВНО ГОДИШЊЕ ОДРЖАВАЊЕ УСЕВА

Производњу мискантуса одликују ниске потребе у ђубривима и пестицидима, којим се добија за животну средину релативно користан усев. Годишње потребе усева у ђубривима су ниске. То је због добре ефикасности коришћења хранива и способности биљака да рециклирају велике количине хранива у ризомима у току каснијих фаза сезоне раста. Са трећом годином гајења жетвом се (крајем фебруара) износи 60-150 кг N ха⁻¹; 100-200 кг K₂O ха⁻¹; 10-35 кг P₂O₅ ха⁻¹; 10-25 кг MgO ха⁻¹; и 20-35 кг CaO ха⁻¹ [Schwarz, 1993].

Главна ограничења производње мискантуса су: високе цене заснивања, лоше презимљавање на одређеним земљишним парцелама и недовољна обезбеђеност водом у неким регионима јужне Европе [Lewandowski et al., 2000]. Довољна количина падавина (око 800 мм) у умереном климату је потребна за високе приносе. На крају сезоне раста сушење усева убрзава се током јесени, хранива се транслоцирају назад у ризоме, а од опалог лишћа се развија лисна стеља. Сваки лист који преостане прво се ваздушно суши измрзавањем, а стабљика се исушује током зиме до релативно ниског садржаја влаге [Schwarz et al., 1994a]. Садржај воде и азота се значајно смањују у току периода од 5 недеља од јануара до краја фебруара [Schwarz, 1993].



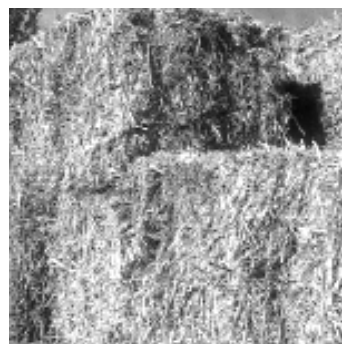
Слика 7. Жетва мискантуса кошењем

Током фебруара механички се уклањају све стабљике жетвом. Уобичајено се користи закаснела жетва пре пролећа, иако се жетвени приноси смањују за 30-50% у поређењу са јесењим приносима [Lewandowski et al., 2000]. Жетвом у фебруару уместо у децембру, обезбеђује се квалитетнија биомаса, зато што су снижени садржаји пепела, минерала и нарочито садржај влаге [Lewandowski and Kicherer, 1997]. Вегетативни циклус се обнавља сваког пролећа када температуре поново почну да расту. Од друге сезоне па надаље може се очекивати максимална висина усева од 2,5-3,5 м [MAFF, 2001].

Принос прве године раста је низак [Schwarz, 1993; MAFF, 2001], због кратког периода раста у првој сезони [Christian, 1994]. У Великој Британији жетвени приноси у другој години крећу се од 4-10 тона суве материје (с.м.) по хектару (ређе до 13 т/ха), а у трећој од 10-13 т/ха [MAFF, 2001]. Највиши достигнут принос мискантуса у Енглеској износи 24,1 т с.м./ха [Price et al., 2004]. У Аустрији, принос у другој се креће од 7,9-15,5 т ха⁻¹ (просечно 8 т суве масе ха⁻¹); а у трећој 17,4-24,5 т ха⁻¹ (просечно 22 т с.м. ха⁻¹) [Schwarz, 1993; Schwarz et al., 1994a]. Углавном, принос премашује 30 т ха⁻¹ на наводњаваним огледима у јужној Европи, док се без наводњавања може се очекивати принос од 10-25 т ха⁻¹ суве масе [Lewandowski et al., 2000]. Разлог варирања приноса је, пре свега, у зависности од густине садње, типа земљишта и климе [MAFF, 2001].



Слика 8. Балирање мискантуса



Слика 9. Одложене бале мискантуса у гомили на отвореном простору

За обезбеђивање годишњег циклуса подмиривања материјалом за процесну индустрију, неопходно је складиштење пожњевеног материјала на фарми. Могуће је одлагање у гомиле на отвореном простору или у објектима са вентилационим сушењем. Лабораторијски огледи показују да је под уобичајеним условима складиштења, потребно више од 300 дана до појаве гљивичних нити [Huisman and Kortleve, 1994].

ЗАКЉУЧАК

Увођење мискантуса, перспективне вишегодишње, високо продуктивне, C₄-траве, у редовну пољопривредну производњу може се остварити коришћењем стандардне пољопривредне механизације. Мискантус представља биљну врсту подесну за интензивно гајење, која би својом биомасом требало да омогући значајну супституцију постојећих енергетских извора са новим, обновљивим изворима, којим ће се смањити емисија CO₂.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Beale CV, Long SP (1997): Seasonal dynamics of nutrient accumulation and partitioning in the perennial C₄-grasses *Miscanthus × giganteus* and *Spartina cynosuroides*. *Biomass and Bioenergy*, Vol. 12, No. 6: 419-428.
- [2] Christian DG (1994): Quantifying the yield of perennial grasses grown as a biofuel for energy generation. *Renewable Energy*, Vol. 5, No. 5-8: 762-766.
- [3] Greef JM, Deuter M (1993): Syntaxonomy of *Miscanthus x giganteus* Greef et Deu. *Angewandte Botanik*, Vol. 67: 87-90.
- [4] Hansen J, Kristiansen K (1997): Short-term in vitro storage of *Miscanthus x ogiformis* Honda 'Giganteus' as affected by medium composition, temperature, and photon flux density. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, Vol. 49: 161-169.
- [5] Huisman W, Kortleve WJ (1994): Mechanization of crop establishment, harvest, and post-harvest conservation of *Miscanthus sinensis* 'Giganteus'. *Industrial Crops and Products*, Vol. 2, No. 4: 289-297.
- [6] Kordsachia O, Seemann A, Patt R (1993): Fast growing poplar and *Miscanthus sinensis* - future raw materials for pulping in Central Europe. *Biomass and Bioenergy*, Vol. 5, No. 2: 137-143.
- [7] Lewandowski I, Kicherer A, Vonier P (1995): CO₂-balance for the cultivation and combustion for *Miscanthus*. *Biomass and Bioenergy*, Vol. 8, No. 2: 81-90.
- [8] Lewandowski I, Kicherer A (1997): Combustion quality of biomass: practical relevance and experiments to modify the biomass quality of *Miscanthus × giganteus*. *European Journal of Agronomy*, Vol. 6, No. 3-4: 163-177.
- [9] Lewandowski I, Clifton-Brown JC, Scurlock JMO, Huisman W (2000): *Miscanthus*: European experience with a novel energy crop. *Biomass and Bioenergy*, Vol. 19, No. 4: 209-227.
- [10] Linde-Laursen IB (1993): Cytogenetic analysis of *Miscanthus* 'Giganteus', an interspecific hybrid. *Hereditas*, Vol. 119: 297-300.
- [11] Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries - MAFF (2001): *Planting and Growing Miscanthus - Best Practice Guidelines*, 20 pp., DEFRA Publications, PB No. 5424, London.
- [12] Neukirchen D, Himken M, Lammel J, Czypionka-Krause U, Olf H-W (1999): Spatial and temporal distribution of the root system and root nutrient content of an established *Miscanthus* crop. *European Journal of Agronomy*, Vol. 11, No. 3-4: 301-309.
- [13] Nielsen PN (1987): The productivity of the *Miscanthus* cultivar *Giganteus*. *Tidsskr Planteavl.*, Vol. 91: 361-368.
- [14] Price L, Bullard M, Lyons H, Anthony S, Nixon P (2004): Identifying the yield potential of *Miscanthus × giganteus*: an assessment of the spatial and temporal variability of *M. × giganteus* biomass productivity across England and Wales. *Biomass and Bioenergy*, Vol. 26, No. 1: 3-13.
- [15] Schwarz H (1993): *Miscanthus sinensis* 'giganteus' production on several sites in Austria. *Biomass and Bioenergy*, Vol. 5, No. 6: 413-419.
- [16] Schwarz H, Liebhard P, Ehrendorfer K, Ruckebauer P (1994a): The effect of fertilization on yield and quality of *Miscanthus sinensis* 'giganteus'. *Industrial Crops and Products*, Vol. 2: 153-159.
- [17] Schwarz K-U, Murphy DPL, Schnug E (1994b): Studies of the growth and yield of *Miscanthus x giganteus* in Germany. *Aspects of Applied Biology*, Vol. 40: 533-540.
- [18] van der Werf, HMG, Meijer WJM, Mathijssen EWJM, Darwinkel A (1992): Potential dry matter production of *Miscanthus sinensis* in The Netherlands. *Industrial Crops and Products*, Vol. 1, No. 2-4: 203-210.

**SPECIFIC AGROTECHNICAL CONDITIONS
OF *Miscanthus* CULTIVATION****Željko Dželetović^{1*}, Gordana Dražić¹, Srdjan Blagojević², Nevena Mihailović¹**¹INEP - Zemun, *e-mail: zdzeletovic@inep.co.yu²Faculty of Agriculture - Zemun

Abstract: *Miscanthus* is a perennial, rhizomatous, highly productive C₄-grass, originating from Eastern Asia. *Miscanthus* represents a plant species convenient for intensive cultivation, the biomass of which should enable in the near future a substantial replacement of the existing energy sources by new, renewable sources, in order to minimize CO₂ emission.

Miscanthus belongs to so-called »bioenergetic crops«, which are specifically cultivated to be harvested and combusted in boilers, as an alternative to the existing energy sources. It is planted in spring, let to grow in the summer, and harvested in winter (between January and March). Once established, *Miscanthus* plantation persists 15 to 20 years. By adequate application of agricultural machines, high biomass yields (15-25 t/ha per year) may be achieved. The paper presents certain specificities of *Miscanthus* cultivation in comparison with other crops with the aim of introducing this promising plant species into agricultural production in Serbia.