

## Utjecaj skladištenja na higroskopnost sječke *Side hermaphrodite*

Tajana Krička, Ana Matin, Mateja Grubor

*Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Svetošimunska cesta 25, Zagreb, Hrvatska  
(mgrubor@agr.hr)*

### Sažetak

Po definiciji skladištenje je završni zahvat u cijelokupnom procesu proizvodnje u poljoprivredi. Za potrebe proizvodnje biogoriva potrebno je skladištiti sječku biomase kroz cijelu godinu. Temeljem toga u ovom radu skladištena je sječka *Side hermaphrodite* veličine do 5 cm godinu dana u tri vrste skladišta i to u silosu, nadstrešnici i ispod cerade. Dobiveno je da je prosječna temperatura zraka, kao i količina padalina najmanje utjecala na vlagu sječke biomase *Side hermaphrodite* u silosu, zatim ispod nadstrešnice, a najveći utjecaj bio je na sječku ispod cerade.

**Ključne riječi:** skladištenje, sječka *Side hermaphrodite*, promjena vlage

### Uvod

Svaki biološki materijal u dodiru sa zrakom upija ili otpušta vlagu (higroskopnost). U ovisnosti o vlažnosti materijala i njegovoj temperaturi, kao i o vlažnosti i temperaturi zraka, dolazi do upijanja ili otpuštanja vlage (Koppejan i sur., 2013.). Takva (upijena ili ispuštena) vlaga naziva se higroskopnom vlagom, a kad materijal dođe u ravnotežu s okolnim zrakom i kad više ne dolazi do izmjene vlage, odnosno vlage se međusobno ustale, dolazi do tzv. higroskopne ravnoteže (Singh, 2004.).

Međutim, u koliko dođe do promijene bilo kojeg parametra, materijal doživljava promjene.

Kako je u procesu proizvodnje poljoprivredne biomase za potrebe proizvodnje biogoriva, ova pojava naročito izražena u procesu skladištenja, neophodno je na nju obratiti pažnju (Yu i sur., 2014.).

Naime, po definiciji skladištenje je zadnja operacija u tehnološkom nizu proizvodnje. Skladištenje se može promatrati u širem i užem smislu. U širem smislu skladište je ograničeni ili neograničeni, pokriveni ili nepokriveni prostor koji se koristi za čuvanje materijala pa i biomase, s ciljem odvijanja poslovnih procesa. U užem smislu skladište je mjesto gdje se smješta, čuva i izdaje materijal na daljnju obradu (Renko, 2011.).

Posljednjih godina poljoprivredna biomasa dobiva sve veći značaj u proizvodnji biogoriva. Postoje dvije osnovne podjele biogoriva i to s obzirom na oblik krajnjeg korištenja i vrstu sirovine od koje se proizvode (Krička i sur., 2017.). Tu se posebno ističe poljoprivredna lignocelulozna biomasa, a poglavito višegodišnje energetske kulture (Lewandowski i sur., 2003.). Među takvim kulturama je i *Sida hermaphrodita* (L) ili još nazvana Virginia Mellow. Ova višegodišnja kultura spada u skupinu sljezova, ima prosječnu visinu od 1,0 do 4,5m (obično oko 3). širi se rizomima ili presadnicama u gustoću od 10 000 do 20 000 tisuća po hektaru. Njezini prinosi iznose i do 25t/ha i traje do 20 godina. Žetva biomase, ovisno o regiji, provodi se u veljači, ožujku ili travnju ili u vrijeme prvih jesenskih mrazeva (Kasprzyk i sur., 2013.; Krička i sur., 2017.).

Nakon žetve *Sida hermaphrodita* transportira se u skladišta gdje se doraduje (najčešće sječka) do momenta daljnje prerade koja može biti tek za godinu dana.

Po definiciji sječka su komadići biomase rezanih dimenzija i oblika koji nastaju sječenjem i usitnjavanjem sirovine (biomase). Razlikuju se tri kategorije sječke i to oko 3 cm je fina sječka, do 5 cm je srednja sječka i do 10 cm je krupna sječka (Krhen, 2012.).

Za dobivanje sječke koriste se samo strojni postupci usitnjavanja. Što je biomasa suhlja, potrebno je više energije za proizvodnju sječke. Zbog toga je bitno da se sirovina odmah nakon žetve/berbe/sječe obradi. Za korištenje sječke u ložištima kotlova vlaga sirovine ne smije biti veća od 20%, a veličina sječke treba biti podjednaka.

Međutim, sječka tijekom transporta, a poglavito dugotrajnog skladištenja, zbog higroskopske ravnoteže s okolinom, može se ovlažiti, pa je prije upotrebe potrebno kontrolirati vlagu biomase

Temeljem svega navedenog cilj ovog rada je pratiti vlagu sječke *Sida hermaphrodita* u odnosu na okolinu kroz cijelu godinu uskladištenu na tri različita načina i to: skladištenu u silosu, ispod cerade i pokrivenu ceradom.

### Materijal i metode

Nakon jesenjske žetve *Sida hermaphrodita* biomasi je određena vlaga standardnom metodom HRN EN 18134-2:2015 te se pristupilo izradi sječke. Sječka je bila prosječne veličine do 5 mm. Dobivena sječka četvrtanjem (kako bi uzorci bili ujednačeni) podjeljena je na tri dijela i uskladištena pod nadstrešnicom, pokrivena ceradom i u silosu u gradu Zagrebu. Svaki mjesec uzimani su uzorci kojima je određena vlaga istom standardnom metodom, a temperatura zraka mjerena je psihrometrom. Mjesečna količina padalina dobivena je s mjerne postaje Maksimir od strane Državnog hidrometeorološkog zavoda.

Na temelju dobivenih vrijednosti izrađen je dijagram promjene stanja vlage u biomasi *Sida hermaphrodita* u odnosu na godišnje doba i načina skladištenja.

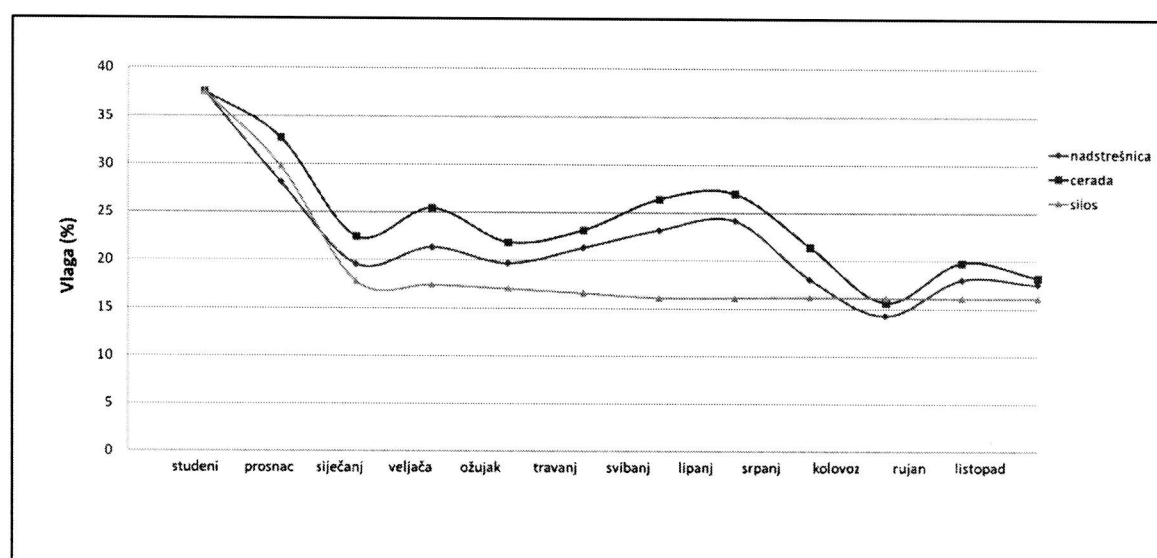
### Rezultati i rasprava

Na sam proces skladištenja neposredno utječe temperatura zraka, kao i količina padalina u godini. Temeljem toga u ovom istraživanju na mjesečnoj bazi kroz cijelu godinu skladištenja sječka biomase *Sida hermaphrodita* pratile se naredne veličine (tablica 1). Nadalje, uz navedeno pratila se i vlaga biomase *Sida hermaphrodita* (%) također na mjesečnoj bazi kroz cijelu godinu za sva tri načina skladištenja (nadstrešnica, cerada, silos). U Tablici 1. i Grafikonu 1. prikazane su dobivene vrijednosti.

Tablica 1. Vlaga biomase *Sida hermaphrodite* i prosječna mjesečna temperatura zraka okoline te količine padalina

mjeseci/skladištenje	vlaga materijala (%)			temperatura (°C)	količina padalina (mm)
	nadstrešnica	najlon	silos		
studeni	37,57	37,57	37,57	6,8	96,2
prosinac	28,16	32,77	19,81	-0,4	1,9
siječanj	19,57	22,44	17,77	-3,2	34,3
veljača	21,34	25,43	17,42	5,2	41,4
ožujak	19,67	21,87	17,03	10,0	19,8

travanj	21,31	23,15	16,58	12,4	44,3
svibanj	23,16	26,43	16,12	17,7	35,2
lipanj	24,16	27,01	16,13	22,5	107,8
srpanj	18,07	21,43	16,2	24,0	58,0
kolovoz	14,27	15,65	16,15	23,7	39,1
rujan	18,03	19,81	16,09	15,4	239,6
listopad	17,51	18,22	16,12	11,9	72,0



Grafikon 1. Sadržaj vlage sječke *Sida hermaphrodite* prilikom različitih načina skladištenja

Sječka biomase prosječne veličine do 5cm nakon četvrtanja (kako bi uzorak bio usporediv) uskladišten je s prosječnom vlagom od 37,57%.

Nakon mjesec dana skladištenja najveću količinu vlage izgubila je biomasa *Sida hermaphrodita* uskladištena u silosu i uz manje oscilacije zadržala je sigurnu ulogu skladištenja (ispod 20%) kroz razdoblje od godinu dana.

Međutim, temperatura zraka okoline, kao i padaline imale su veliki utjecaj na sječke biomase *Sida hermaphrodita* prilikom skladištenja ispod nadstrešnice i cerade. Veća oscilacija ipak je bila prisutna kod skladištenja ispod cerade. Zbog tako velikih promijena može doći do pojave različitih bolesti, što opet djeluje na kakvoću biomase, ali i na gubitak iste.

Zbog svega navedenog preporuča se sječku čuvati u zaštićenim i zatvorenim prostorima (silos) kako bi se osigurala kvalitetna biomasa kroz cijelu godinu.

### Zaključak

Temeljem godišnjeg mjerenja vlage sječke biomase *Sida hermaphrodita* veličine do 5 cm, na tri načina skladištenja (silos, cerada, nadstrešnica), može se utvrditi da temperature zraka okoline, kao i količina padalina imaju neposredan utjecaj na vlagu biomase.

Kad toga se je najpouzdaniji način skladištenja pokazao u silosu, dok je skladištenje ispod nadstrešnice i cerade bilo jako podložno okolini.

## Napomena

Ovo istraživanje financirao je Europski fond za regionalni razvoj putem K.K.01.1.1.04.0091 projekta "Dizajn naprednih biokompozita iz energetski održivih izvora – BIOKOMPOZITI".

## Literatura

- Kasprzyk A., Leszczuk A., Domaciuk M., Szczuka E. (2013). Stem morphology of the *Sida hermaphrodita* (L.) Rusby (Malva- ceae). *Modern Phytomorphology*. 4, 25.
- Koppejan J., Lönnermark A., Persson H., Larsson I., Blomqvist P., Arshadi M., Baxter D. (2013). Health and safety aspects of solid biomass storage, transportation and feeding. *IEA Bioenergy*. 1, 3-23.
- Krhen P. (2012). Energetsko iskorištavanje šumske biomase u Hrvatskoj. Diplomski rad, Rudarsko–geološko–naftni fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 1-53.
- Krička T., Grubor M., Jurišić V., Leto J., Voća N., Bilandžija N., Matin A. (2017). Nova energetska kultura *Sida hermaphrodita* u Republici Hrvatskoj. *Glasnik Zaštite Bilja*. 40(5), 44-49.
- Krička T., Matin A., Bilandžija N., Jurišić V., Antonović A., Voća N., Grubor M. (2017). Biomass valorisation of *Arundo donax* L., *Miscanthus*× *giganteus* and *Sida hermaphrodita* for biofuel production. *International agrophysics*. 31(4), 575.
- Lewandowski I., Scurlock J.M.O., Lindvall E., Christou M. (2003). The development and current status of perennial rhizomatous grasses as energy crops in the US and Europe. *Biomass and Bioenergy* 25. 335-361.
- Renko S. (2011). Poslovna logistika. Skripta, Ekonomski fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Hrvatska.
- Singh R. N. (2004). Equilibrium moisture content of biomass briquettes. *Biomass and Bioenergy*. 26(3), 251-253.
- Yu M., Cannayen I., Hendrickson J., Sanderson M. (2014). Moisture sorption kinetics of switchgrass, big bluestem, and bromegrass biomass. *Transactions of the ASABE*. 57(4), 1219-1230.

## Influence of storage on the hygroscopicity of *Sida hermaphrodite* chips

### Summary

By definition, storage is the final step in the entire production process in agriculture. For the needs of biofuel production, it is necessary to store biomass chips throughout the year. Based on this, in this paper, *Sida hermaphrodite* chips up to 5 cm in size were stored for one year in three types of storage, in silos, canopies and under tarpaulins. It was obtained that the average air temperature as well as the amount of precipitation had the least effect on the moisture of the *Sida hermaphrodite* biomass chips in the silo, then under the canopy, and the greatest influence was on the chips under the tarpaulin.

**Key words:** storage, *Sida hermaphrodite* chips, moisture changes