

МОЖНОСТИ ЗА КОРИСТЕЊЕ НА СТЕБЛАТА ОД СОНЧОГЛЕД ЗА ПРОИЗВОДСТВО НА ЕНЕРГЕТСКИ БРИКЕТИ

Борче ИЛИЕВ, Јулија МИХАЈЛОВА, Виолета ЈАКИМОВСКА ПОПОВСКА^{*)}

Истражувањата презентирани во трудот се дел од билатерален научно-истражувачки проект помеѓу Р. Македонија и Р. Бугарија бр. 17-2045/4-05, финансиран од Министерството за образование и наука на Р. Македонија.

АПСТРАКТ

Потребата од користење на второстепените сировини од земјоделското производство за добивање на нова вредност, денес во светот претставува актуелен проблем. Покрај другите растенија кои продуцираат второстепена земјоделска сировина, влегува и обичниот сончоглед (*Helianthus annuus*).

Цел на експерименталните испитувања во трудот е да се дефинираат можностите за изработка на брикети од стебла од сончоглед и дрвна сировина и да се проследи влијанието на сировината од стеблата од сончоглед врз својствата на брикетите.

Врз основа на резултатите од испитувањата може да се констатира, дека својствата на брикетите во голем степен зависат од структурата на сировината и од меѓусебните односи на компонентите во неа. Врз својствата на брикетите влијание има и специфичниот притисок при пресувањето.

Добрите својства на брикетите изработени на основа на стебла од сончоглед и дрво, а исто така и релативно ниската вредност на сировината, ја определува конкурентната способност на овие брикети. Ова покажува, дека стеблата од сончоглед како лигноцелулозен материјал претставуваат соодветна сировина за производство на различни видови на енергетски брикети.

Клучни зборови: обичен сончоглед (*Helianthus annuus*), стебла од сончоглед, количества на стебла од сончоглед, раздробена сировина од стебла од сончоглед, брикети, својства, квалитет.

1. ВОВЕД

Годишните обновливи лигноцелулозни земјоделски отпадоци претставуваат голем извор на сировина за производство на биогени горива. Ова се однесува, пред сè, на стеблата од сончоглед, пченка, тутун, сламата од житните култури и др. Вкупната биомаса од аграрот во светски рамки се цени на околу 9 млрд. тони годишно [8]. Засага поголемиот дел од оваа биомаса се користи како храна за животните и за природно ѓубрење на обработливата почва. Независно од тоа, биомасата од земјоделството останува како голем сировински енергетски извор за понатамошно искористување како биогено гориво.

Според анатомската градба и хемискиот состав, лигноцелулозните земјоделски отпадоци се блиски до дрвото и при создавање на соодветни технолошки услови за нивното користење како сировина за брикети би претставувале ефикасен алтернативен извор на сировина за тие производства.

^{*)} Д-р Борче Илиев, вонреден професор, Универзитет "Св. Кирил и Методиј"-Скопје, Шумарски факултет-Скопје, Р. Македонија

Д-р Јулија Михајлова, доцент, Лесотехнически универзитет, Софија, Р. Бугарија

Дипл. инж. помлад асистент Виолета Јакимовска Поповска, Универзитет "Св. Кирил и Методиј"-Скопје Шумарски факултет-Скопје, Р. Македонија

Секоја година во Р. Македонија се добиваат определени количества на лигноцелулозни отпадни материјали од земјоделското производство. Овие количества не се користат рационално и се баласт за земјоделството, а во некои случаи претставуваат и еколошки загадувач на животната средина. Во прилог на ова значајно е да се спомне, дека држата располага со скромни шумски ресурси, поради што дрвото претставува дефицитарен материјал и неговото рационално користење е од првостепено стопанско значење.

Од лигноцелулозните земјоделски отпадни материјали, посебно внимание привлекуваат сончогледовите стебла, како потенцијална сировина за производство на енергетски брикети. Заедно со другите лигноцелулозни земјоделски отпадоци во нашата држава, сончогледовите стебла досега немале стопанско значење. Развојот на техниката и технологиите за производство на енергетски брикети во последните години создаде реални претпоставки за нивно искористување како успешна замена за дрвната сировина во ова производство. Треба да се нагласи, дека во таа насока остануваат некои докрај нерешени прашања од економска и технолошка природа, поврзани со: собирањето, транспортот и складирањето на сировината; изборот на соодветен технолошки процес, со оглед на карактеристиките на сировината и конкурентната способност на готовиот производ; употребата на оптимални технолошки режими кои гарантираат висок квалитет на брикетите при релативно ниски производни трошоци. Успешното решавање на горенаведените прашања ќе доведе до редица финансиски добивки на произведувачите на брикети, од една страна, а од друга страна до зачувување на шумскиот фонд, што е посебно значајно за нашата држава.

Целта на истражувањата во трудот е насочена кон дефинирање на технолошките можности за изработка на брикети од стебла од сончоглед, од една страна, а од друга страна да се проследи влијанието на учеството на раздробената сировина од стебла од сончоглед врз својствата на брикетите.

2. ОСНОВНИ СОЗНАНИЈА ЗА СТЕБЛАТА ОД СОНЧОГЛЕД

Сончогледот потекнува од југозападните региони на Северна Америка. Во Европа е пренесен во почетокот на XVI век.

Сончогледот припаѓа на семејството Asteraceae, род *Helianthus*. Во овој род припаѓаат над 100 вида, кои главно се диви, повеќегодишни, а помалку едногодишни растенија. Стопанско значење има само еден питом вид - обичниот сончоглед (*Helianthus annuus*), кој е едногодишно растение. Тој е успешен вид и се дели на два самостојни вида - питом (*H. cutus*) и див (*H. ruderalis*). Питомиот сончоглед се дели на два подвида - обичен полски (*sps. savitis*) и декоративен (*sps. ornamentalis*).

Сончогледот е основна маслодавна култура во државите од умерениот климатски појас, каде влегува и Р. Македонија. Некои состојки на сончогледовото масло, како што се линолинската, олеинската, стеаринската и палметинската киселина го намалуваат холестеролот во крвта на човекот. Се смета, дека до 2010 год. употребата на растителните масла ќе се удвои и ќе достигне 118 мил. тони, во споредба со 64 мил. тони во текот на 1999 год.

При преработката на семките за производство на масло (при одделување на маслото со пресување) се добива сончогледово кúспе, кое е богато со белковини (од 35 до 40%) и со масло (до 12%). Овие материи се користат како концентриран фураж. Искористувањето на кúспето изнесува околу 30%. Остатоците од сончогледовите глави се користат за фураж. Од срцевината на стеблата и главите се произведува хартија, целулоза и влакна. Лушпите и семките се користат за производство на етил алкохол, фураж и фурфурол.

Во последните години е констатирано, дека сончогледот има еколошко значење. Благодарение на неговата висока селективна способност, тој во кореновиот систем апсорбира редионуклеиди, како цезиум 137 и стронциум 90, но не прима метали, како железо и др. Затоа сончогледот како растение успешно се користи за пречистување на загадените води. Спроведените истражувања

покажуваат, дека сончогледот е во состојба да ја намали концентрацијата на ураниумот во почвите со високо загадени води, дури до 95% за 24 часа. Кај таквите сончогледови стебла, корените се сечат и се складираат во специјални складови за радиоактивни материјали. Стеблата од сончогледот се користат како вообичаени нерадиоактивни отпадоци.

Стеблото на сончогледот достигнува височина од 1 до 2,5 m и дијаметар во основата од 10 до 30 mm. Тоа е без гранки и е покриено со густе, куси и груби влакна. Целулозата во сончогледовото стебло е содржана околу 52%, во лушките од 49 до 57%, а во главите, по отстранување на семките ја има околу 19,68%.

Во Р. Македонија сончогледот започнува интензивно да се одгледува во средината на минатиот век, пред сè како маслодавна култура. Денес претставува основна култура за производство на растително масло за конзумирање.

3. КОЛИЧЕСТВА НА ЛИГНОЦЕЛУЛОЗНИ ОТПАДОЦИ ОД СТЕБЛА ОД СОНЧОГЛЕД ВО Р. МАКЕДОНИЈА

Оценката на количествата на лигноцелулозните земјоделски отпадоци во форма на стебла од сончоглед во Р. Македонија е направена врз основа на податоците од Државниот завод за статистика на Р. Македонија за десетгодишен анализиран период (од 1995 до 2004 год.) [9].

Динамиката на засеаните површини под сончоглед во Р. Македонија е дадена во табелата 1. Податоците од табелата покажуваат варијации во засеаните површини под сончоглед во анализираните 10 години. Најголеми површините засеани под сончоглед се забележуваат во 1996 год. од 16501 ha. Потоа, засеаните површини се намалуваат, за да во 2004 год. се забележи најмала вредност од 5153 ha. Просечната вредност на засеани површини под сончоглед во Р. Македонија со анализираниот период изнесува 9543 ha (таб. 1).

Табела 1. Динамика на засеани површини под сончоглед, во ha
Table 1. Dinamic of sowing area with sunflower, in ha

Култура <i>Industrial culture</i>	Година / Year										Просек <i>Average</i>
	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	
Сончоглед <i>Sunflower</i>	14349	16501	13196	12522	9836	5958	6034	6519	5359	5153	9543

Определувањето на количеството на отпадоци (стебла од сончоглед) е направено врз основа на пресметаните просечни количества кои изнесуваат околу 2000 kg/ha. Врз основа на ова, просечните количества на сончогледови стебла во Р. Македонија изнесуваат околу 19086 t на годишно ниво во анализираниот период.

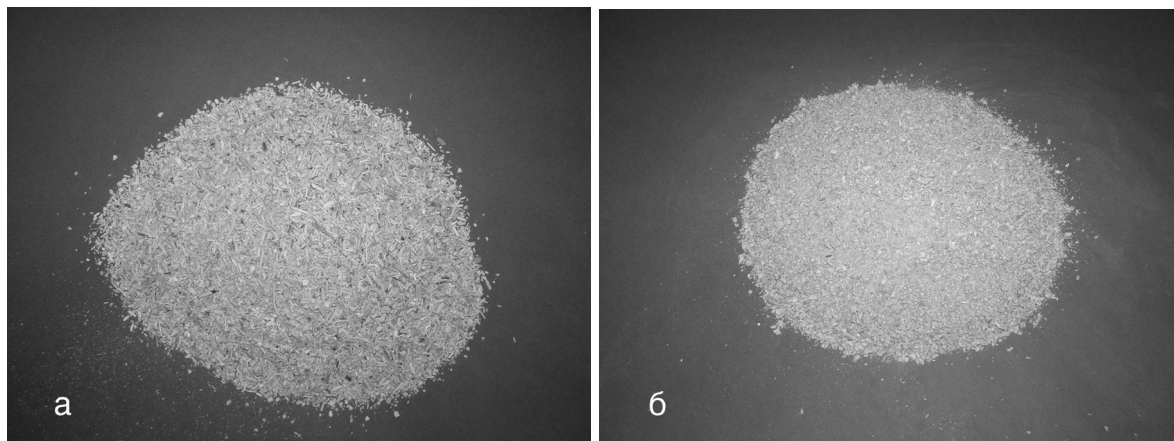
4. МЕТОД НА ЕКСПЕРИМЕНТАЛНАТА РАБОТА

За потребите на истражувањата, од индивидуални плантажи од овчеполскиот регион се земено определени количества на сончогледови стебла од питомиот вид – обичен сончоглед (*Helianthus annuus*). На Катедрата за композитни материјали на Шумарскиот факултет во Скопје е направен избор и подготовка на стеблата. Од стеблата се отстранети нечистотиите и примесите и тие се исечени на должина од 10 cm. Стеблата се сушени во лабораториски услови до рамнотежна влажност од околу 10%.

Обработката на сончогледовите стебла во суровина за изработка на брикети е направена во две фази: прва фаза – дробење на стандардна цилиндрична дробилка, и втора фаза – мелење на центрифугално-роторна сечачка машина (млин со чекани). Дробењето е направено заедно со срцевинскиот дел. На овој начин е рационализирана технологијата на производство на брикети (отсуство на уредите за

отстранување на срцевинскиот дел), а е добиено целосно и рационално искористување на суровината (сл. 1).

За изработка на брикетите (експерименталните модели) е употребена и раздробена отпадна суровина од буково дрво (сл. 1). Дробењето и мелењето на буковото дрво е направено на ист начин како и кај стеблата од сончоглед.



Сл. 1. Изглед на раздробена суровина за изработка на брикети
а-стебла од сончоглед; б-буково дрво

*Fig. 1. View of chipped raw material for production of briquettes
a-sunflower stems; b-beech wood*

На раздробената суровина е направена стандардна фракционата анализа на уред за ситова анализа со пет кружни сита со големина на отворите од 4,0×4,0; 2,5×2,5; 1,6×1,6; 1,0×1,0 и 0,5×0,5 mm. Фракционирањето е направено на средна проба со маса од 100 g за време од пет минути, при амплитуда на осцилациите на ситото од 0,5 mm и 250 врт./min. Фракциите од поедините сита се мерени со електрична вага со точност од 0,01 g. Вредностите од ситовата анализа изразени во проценти се дадени во табелата 2.

За изработка на експерименталните модели е направено мешање на раздробената суровина од дрво (ДС) и стебла од сончоглед (СС) без сврзно средство. Количествата се измерени на електрична вага со точност од 0,01 g. За изработка на моделите се усвоени следниве состави, т.е. модели: контролен модел (0 модел) – 100% ДС; модел S-I – 25% СС : 75% ДС; модел S-II – 50% СС : 50% ДС; модел S-III – 75% СС : 25% ДС и модел S-IV – 100% СС. Брикетите се изработени во хидраулична преса со специфичен притисок од 200 бари (20 MN/m²).

Испитувањето на брикетите е направено во согласност со националниот стандард МКС Д.Б9.021/87 [5] на следниве својства: форма и димензии, зафатнинска маса, содржина на влага, содржина на пепел, содржина на слободен сулфур и долна топлотна моќ (долна калорична вредност).

Количеството на пепел и слободен сулфур по согорувањето на брикетите, како и влажноста на раздробената суровина се определени при определувањето на топлотната моќ. Содржината на пепел е определена според МКС Б.Х8.3120, во согласност со ISO 1171, содржината на слободен сулфур според МКС Б.Х8.316, во согласност со ISO/DR 41, додека горната топлотна моќ (пресметковно и долната топлотна моќ) е определена според МКС Б.Х8.318, во согласност со ISO/R 1928. За определување на топлотната моќ, слободниот сулфур, пепелот и влажноста на раздробената суровина се употребени специјални брикети во форма на таблети со маса од 1 g, изработени на специјален уред за таа намена (сл. 2).



Сл. 2. Изглед на таблети за испитување на содржината на пепел, сулфур и горна топлотна моќ кај брикети изработени од различна сировина

Fig. 2. View of tablets for investigation of ash content, sulphur and high calorific value of briquettes made by different raw material

5. РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

Во табелите 2 и 3 се дадени резултатите од лабораториските мерења на фракциониот состав на раздробената сировина, како и резултатите за својствата на различните модели на брикети. Вредностите за одделните својства се дадени како средни аритметички вредности.

Анализата на фракциониот состав на раздробената сировина покажува, дека најмал процент е содржан во фракцијата над 4 mm. Најголем процент кај дрвната сировина е содржан во фракцијата 1,0/0,5 mm од 38,09%, а кај сончогледовите стебла во фракцијата 2,5/1,6 mm од 62,02% (таб. 2). Според литературни податоци [4], технолошки најдобрата фракција за изработка на брикети од раздробено дрво се движи во границите од 0,5 до 7,0 mm. Според истиот автор, за изработка на брикети се употребува сировина со агломерација од многу ситна, со степен на обработка во форма на прашина, до големина на фракцијата на основното сито од 10 mm. Добиениот фракционен состав на дрвната сировина и сировината од сончогледови стебла е во согласност со ограничувањата дадени во литературата. Забелешка може да се даде само на процентното учество на фракцијата под 0,5 mm, која нема суштинско влијание врз квалитетот на брикетите.

Табела 2. Фракционен состав на раздробената сировина
Table 2. Fractions of chipped raw material

Вид на сировина <i>Kind of raw material</i>	Фракционен состав / <i>Fractions, %</i>					
	над / <i>above</i> 4,0/4,0 mm	4,0/2,5 mm	2,5/1,6 mm	1,6/1,0 mm	1,0/0,5 mm	0,5/0 mm
Дрво / <i>Wood</i>	2,40	6,35	14,72	22,66	38,09	15,78
Стебла од сончоглед <i>Sunflower stem</i>	1,04	4,59	62,02	6,14	13,52	12,69

Влажноста на брикетите е испитана според термо-гравиметриската метода, односно со сушење на брикетите до константна маса (0% влажност). Вредностите за влажноста ги задоволуваат барањата на стандардот МКС Д.Б9.021/87 во однос на содржината на влага (вода) во нив, според кој дозволената влажност кај брикетите изнесува до 18% (таб. 3).

Зафатнинската маса кај моделите расте пропорционално со порастот на учеството на сировината од стебла од сончоглед во однос на дрвната сировина (таб.

3). Најголема вредност на зафатнинската маса од 789,15 kg/m³ е добиена кај моделот S-IV, изработен целосно од сончогледови стебла. Кај нултиот модел (брикети целосно од дрвна суровина) вредноста на зафатнинската маса многу малку се разликува од таа кај моделот S-IV и изнесува 782,73 kg/m³. Треба да се нагласи, дека кај сите модели зафатнинската маса е пониска од 800 kg/m³, која е долна граница според стандардот МКС Д.Б9.021/87. Причините за ниските вредности треба да се бараат во видот на суровината, нејзините карактеристики и структура, како и во начинот на нејзината обработка. Негативно влијание врз вредностите на зафатнинската маса изврши и специфичниот притисок на пресување од 200 бари (20 MN/m²) во хидрауличната преса. Се докажа, дека овој притисок е низок и тој треба да се зголеми и прилагоди на видот и структурата на суровината. Со зголемување на притисокот над 20 MN/m², ќе се добие зафатнинска маса над минималната вредност.

Табела 3. Вредности за карактеристичните својства на брикетите
Table 3. Values of the characteristic properties of the briquettes

Својство <i>Property</i>	Мера <i>Measure</i>	Модели / <i>Models</i>				
		0	S-I	S-II	S-III	S-IV
Форма на брикетите <i>Form of briquettes</i>	/	Цилиндар / <i>Cylinder</i>				
Дијаметар на брикетите <i>Diameter of briquettes</i>	mm	84,12	83,56	84,06	83,68	83,80
Должина на брикетите <i>Length of briquettes</i>	mm	111,56	85,20	90,08	84,02	90,46
Влажност на брикетите <i>Moisture content of briquettes</i>	%	7,18	9,62	8,24	9,61	9,93
Зафатнинска маса <i>Density</i>	kg/m ³	782,73	706,42	749,71	756,85	789,15
Влажност на суровината <i>Moisture content of raw material</i>	%	6,70	7,30	6,89	7,28	7,37
Содржина на пепел <i>Content of ash</i>	%	0,32	1,23	2,11	2,89	3,66
Содржина на сулфур <i>Content of sulphur</i>	%	0,003	0,120	0,120	0,128	0,130
Горна топлотна моќ <i>High calorific value</i>	kJ/kg	17773,40	16211,10	15821,10	15340,21	15048,00
Долна топлотна моќ <i>Low calorific value</i>	kJ/kg	16505,42	14936,18	14548,12	14068,30	13776,00

Влажноста на раздобената дрвна суровина и суровината од сончогледови стебла добиени при испитување на енергетската вредност на брикетите е пониска во споредба со влажноста на брикетите (таб. 3). Тоа е разбирливо, поради фактот што брикетите се хигроскопни материјали и се подложни кон апсорпција на влага од околната средина.

Количеството на пепелни соединенија кај брикетите по согорувањето се зголемува со зголемување на учеството на суровината од стебла од сончоглед во структурата на брикетите (таб. 3). Литературните податоци го дефинираат количеството на пепелните соединенија кај брикетите изработени од дрво во граници од 0,2 до 0,42% [4]. Тоа значи, дека содржината на пепел кај контролниот модел е во дозволени граници. Споредбено, кај другите модели се добиени повисоки вредности, што се должи на хемискиот состав на сончогледовите стебла.

Содржината на слободен сулфур во брикетите е мала (таб. 3). Се забележува мал пораст на количеството на сулфур во однос на порастот на процентното учество на суровината од стебла од сончоглед во структурата на брикетите. Најголемо количество на слободен сулфур е добиено кај моделот изработен целосно од суровина од стебла од сончоглед (модел S-IV), додека најмало кај нултиот модел (брикети изработени целосно од дрвна суровина).

Вредностите на горната топлотна моќ се намалуваат пропорционално со порастот на учеството на суровината од стебла од сончоглед во структурата на брикетите (таб. 3). Кај брикетите е добиена задоволителна средна вредност на горната топлотна моќ. Во согласност со стандардот МКС Д.Б9.021/87, кој ја дефинира долната топлотна моќ кај брикетите добиена со пресметка врз основа на горната топлотна моќ, изработените модели на брикети се групираат во прва до втора класа. Благодарение на овие вредности, како и на вредностите за содржината на пепел и сулфур, може да се смета на сончогледовите стебла како потенцијална замена на основната дрвна суровина за изработка на брикети во Р. Македонија.

6. ЗАКЛУЧОЦИ

Врз основа на извршените испитувања може да направат следните поважни заклучоци и препораки:

1. Искористувањето на стеблата од сончоглед како суровина за производство на брикети не создава технолошки тешкотии, со исклучок на неопходноста од површини за складирање и чување, поради сезонското собирање на стеблата. Загубата на маса при чување во раздробена состојба во вид на сечки не е голема и изнесува под 10%. Ова треба да биде мотив за организиран пристап во собирањето, транспортот и складирањето на стеблата од сончоглед за потребите на технологиите за изработка на брикети.
2. Како лигноцелулозен материјал, стеблата од сончоглед се соодветна суровина за производство на различни видови на брикети. Во поледелските региони во Р. Македонија со концентрација на големи количества на сончогледови стебла како индустриски култури, оправдано е нивното целосно искористување како суровина за производство на брикети. За рационално искористување на оваа суровина и поголем економски ефект се препорачува производство на брикети со мешање на стебла од сончоглед и дрво, со што се гарантира производство на брикети со висока енергетска вредност.
3. Топлотната моќ на брикетите произведени на основа на стебла од сончоглед и дрво е релативно висока. Ова значајно својство покажува, дека технолошки суровината е соодветно подготвена и таа може да се препорача како суровина за индустриско производство на брикети во Р. Македонија.
4. Добрите својства на брикетите изработени на основа на стебла од сончоглед и дрво, а исто така и релативно ниската вредност на суровината, ја определуваат конкурентната способност на овие брикети за различни области на употреба.

7. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Brkić, M., Janić, T. (1996): Prikupljanje, skladištenje i briketiranje biomase u poljoprivredi, Zbornik radova "Značaj i perspektiva briketiranja biomase", 15-24, Vrnjačka Banja.
- [2] Илиев, Б., Димески, Ј., Нацевски, М. (2002): Можности за производство на енергетски брикети од лигноцелулозни материјали, Зборник на трудови од првиот Конгрес на инженерите на Македонија, 389-394, Струга.
- [3] Илиев, Б., Пешевски, М., Станкевиќ, М. (2003): Биоенергетски потенцијал на Р. Македонија, СИТТ "Инженерство", Том 4, Број 1, 42-49, Скопје.
- [4] Йосифов, Н. (2005): Брикети и пелети от растителна биомаса, Унив. изд. "Св. Климент Охридски", София.
- [5] Македонски стандарди (1995), Скопје.

- [6] Martin, H. John., Leonard, H. Warren (1969): Principles of Field Crop Production (Ratarstvo), Prevod sa engleskog, Zagreb.
- [7] Hartmann, H., Thuneke, K., Höldrich, A., Roßmann, P. (2003): Handbuch Bioenergie-Klaimanlagen, Gulzow.
- [8] Квалитетна контрола при користењето на земјоделските отпадоци како сировина за плочи од дрвени иверки и брикети, Завршен Извештај за научноистражувачки проект бр. 7-2045/4-05, финансиран од Министерството за образование и наука на Р. Македонија, главен истражувач: проф. д-р Борче Илиев.
- [9] Статистички годишник на Република Македонија: од 1995 до 2004 год.

POSSIBILITY OF USING THE SUNFLOWER STEMS FOR PRODUCTION OF ENERGETIC BRIQUETTES

Borce ILIEV, Julia MIHAILOVA, Violeta JAKIMOVSKA POPOVSKA^{*)}

SUMMARY

Current issue in the world for obtaining a new value is the necessity of second rate raw materials from agriculture production. In the group of plants that produced second rate raw material (agriculture residues) belongs the common sunflower (*Helianthus annus*).

The aim of the experimental researches present in this paper is to define the possibility for production of briquettes from sunflower stems and wood raw material, and to observe the influence of this raw material on the properties of the briquettes.

The result of the investigation shows that the properties of the briquettes depend on structure of the raw material and correlation between the compounds in the raw material. Influence on the briquette's properties also has the specific pressure during pressing.

The good properties of the briquettes made by sunflower stems and wood, and the comparatively low value of the raw material, defines the competitive ability of these briquettes for different area of application. This shows that the sunflower stems as lignocellulose's material are appropriate raw material for production of different kinds of briquettes.

Key words: common sunflower (*Helianthus annus*), sunflower stems, quantity of sunflower stems, chipped raw material from sunflower stems, briquettes, properties, quality.

^{*)} Borce Iliev, Ph.D., associate professor, University "Ss. Cyril and Methodius"-Skopje, Faculty of Forestry-Skopje, R. of Macedonia

Julia Mihailova, Ph.D., assistant professor, University of Forestry, Sofia, R. of Bulgaria

Dipl. ing. Violeta Jakimovska Popovska, young assistant, University "Ss. Cyril and Methodius"-Skopje, Faculty of Forestry, Skopje, R. of Macedonia