

Т.Ю. Воскобойник

**ЕНЕРГЕТИЧНА ЦІННІСТЬ *SILYBUM MARIANUM* (L.) GAERTN.,
CARTHAMUS TINCTORIUS L. ТА *OENOTHERA BIENNIS* L.
ПРИ ВИРОЩУВАННІ У СТЕПОВІЙ ЗОНІ УКРАЇНИ**

біомаса, біопаливо, енергетична цінність, Південний Схід України, побічний продукт, рослини, теплота згорання, урожайність

Вступ

Скорочення світових запасів нафти та газу підвищує зацікавленість до альтернативного пального на основі біомаси – біопалива [1, 5, 15–17]. На думку вчених, для подальшого розвитку власної біоенергетики необхідна самостійність у відношенні сировинного забезпечення на регіональному рівні, оскільки її транспортування на відстань більшу ніж 50 км вважається нерентабельним [1]. Більшість регіонів України мають сприятливі ґрунтово-кліматичні умови для вирощування рослин з високим рівнем накопичення енергії біомаси під час вегетації, але степова зона України не входить до цього списку [1, 7]. Регіон характеризується складними природно-кліматичними умовами для ведення сільського господарства, що проявляється у різкому коливанні температур при незначній кількості опадів влітку, а також чергуванням відлиг, льодяною кіркою, різким зниженням температури з незначним сніговим покривом взимку. Тому, нами було розпочато пошук екологічно пристосованих до умов регіону високопродуктивних культур. На базі колекції технічних культур Донецького ботанічного саду НАН України (ДБС) за 2008 – 2011 рр. було проведено дослідження продуктивності насіння, екологічної пластичності, стійкості до шкідників та хвороб 41 виду, 25 сортів та 3 гібридів, що відносяться до 26 родів та 10 родин олійних культур. Нами було виділено *Silybum marianum* (L.) Gaertn., *Carthamus tinctorius* L. і *Oenothera biennis* L., як найбільш перспективні для вирощування в умовах регіону серед малопоширених олійних культур [3, 8, 18]. Ця робота є продовженням наших попередніх досліджень культур *S. marianum*, *C. tinctorius* і *O. biennis*. Нами проведено визначення енергетичної цінності виділених культур для оцінки рентабельності використання виділених культур для виробництва біодизеля в умовах посушливого степу України.

Мета та завдання дослідження

Мета дослідження – визначити енергетичну цінність видів *Silybum marianum*, *Carthamus tinctorius* та *Oenothera biennis* при вирощуванні в умовах Південного Сходу України. Завдання – визначити у цих видів калорійність (теплотворну здатність) та урожайність насіння і побічного продукту, олійність насіння.

Об'єкти та методика досліджень

Під енергетичною цінністю розуміють кількісний вихід енергії, що може бути отриманий при використанні сировини, отриманої з одиниці площі, та вимірюють в калоріях з гектара (кал/га) [4].

Енергетична цінність олійних культур поєднує у собі енергію олії та побічного продукту, який лишається після переробки (стебла, листя, вимолочені коробочки).

Енергетичну цінність визначали за формулою:

$$E = Q \times Y,$$

де Q – це кількість теплоти (калорійність), що виділяється при повному згоранні 1 г речовини (ккал/кг), Y – урожайність або кількість вирощеної продукції з 1 га (кг/га).

Калорійність олії розраховували на основі літературних даних нижчої теплоти згорання рослинних олій, що коливається в межах 37–38 кДж/г (середнє 37,5 кДж/г, або 157125 ккал/кг) [9]. Калорійність надземної маси визначали експериментально за допомогою калориметра у співробітництві з відділом нових культур Національного ботанічного саду ім. М.М. Гришка НАН України.

Для визначення потенціальної урожайності олії з 1 га було досліджено співвідношення урожайності насіння до процентного вмісту олії у насінні виділених видів. Урожайність насіння у *S. marianum*, *C. tinctorius* та *O. biennis* визначали за Г.Ф. Никименком [10]. Урожайність сухої маси побічного продукту (т/га) визначали наступним методом: пожнивні залишки, що отримані після відбору та очищення насіння (стебла, листя, вимолочені коробочки) подрібнили до 0,5 см та висушили у сушильній шафі при температурі 60°C протягом 20 годин та 105°C протягом 5 годин, охолодили в ексікаторі протягом 1 години та зважили для визначення вмісту абсолютно сухої речовини в 5-кратній повторності. Вміст олії в насінні визначали методом Рушковського в модифікації Сокслета [6].

Контролем при оцінці енергетичної цінності олії в насінні та побічного продукту *S. marianum*, *C. tinctorius* і *O. biennis* було використано *Brassica napus* var. *oleifera* DC., оскільки культура вже використовується для отримання біодизеля у більшості регіонів нашої країни та світі. Вміст олії в насінні *Brassica napus* var. *oleifera* коливається в межах 40–50 %, тому при розрахунках використано середнє значення 45%. Середня урожайність насіння *B. napus* var. *oleifera* в Україні та світі вирахована на основі статистичних даних літературних джерел за 7–10 років [2, 9–10].

Результати досліджень та їх обговорення

На основі аналізу літературних даних, щодо урожайності насіння та процентного вмісту олії у *B. napus* var. *oleifera*, нами було визначено потенціальний вихід енергії з 1 га (контроль) у різних регіонах [2, 7–10]. Встановлено, що вихід енергії з 1 га у Європі (191,7 Гкал/га), а в умовах степової зони України (70,7 Гкал/га) (рис. 1). Нами було визначено потенціальний вихід енергії з насіння у *S. marianum*, *C. tinctorius* і *O. biennis* (94,3; 80,1; 188,6 Гкал з 1 га відповідно). Порівняння потенціального виходу енергії з олії у досліджених видів з *B. napus* var. *oleifera*, показали, що вони майже не поступаються за енергетичною цінністю культурам вирощеним у більшості регіонів (Австралія, Росія, Канада, Китай, лісостеп України) (див. рис. 1; табл. 1).

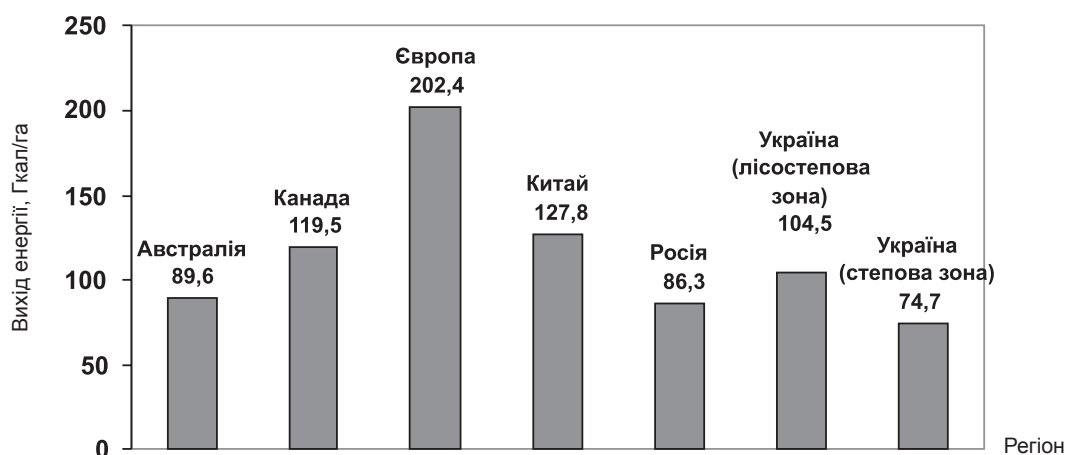


Рис. 1. Енергетична цінність *Brassica napus* var. *oleifera* DC. в різних регіонах.

Діаграму складено на основі аналізу літературних даних [2, 11 – 14]

У результаті аналізу даних калорійності олії та побічного продукту цих видів, було визначено, що найбільший вихід енергії з 1 га має *O. biennis* (256,6 Гкал з 1 га), це на 70 % перевищує цей показник у представників родини Brassicaceae, вирощених в умовах степової зони та на 55% вирощених у лісостепової зони України. Найнижчий вихід енергії серед виділених культур має *C. tinctorius* (93,7 Гкал з 1 га), однак це на 15 % вище *B. napus* var. *oleifera* за аналогічних умов вирощування (див. табл. 1).

Таблиця 1. Порівняльна характеристика енергетичної цінності олійних культур

| Параметри | | Культура | | | | | |
|-----------------------------|---------------------|--------------------------------|-------------------|--------------------------------------|-----------------------------|--|------------------|
| | | <i>Carthamus tinctorius</i> L. | | <i>Silybum marianum</i> (L.) Gaertn. | <i>Oenothera biennis</i> L. | <i>Brassica napus</i> var. <i>oleifera</i> DC. *** | |
| | | степова зона | лісостепова зона* | степова зона | степова зона | степова зона | лісостепова зона |
| Урожайність, т/га | насіння* | 1,9 | 1,9 | 2,1 | 4,1 | 1 | 1,4 |
| | олії* | 0,51 | 0,51 | 0,6 | 1,2 | 0,45 | 0,63 |
| | побічного продукту* | 3,7 | – | 3,9 | 16,5 | 2,8 | 5,5 |
| Вміст олії, % | | 27 | 26,6 | 28,5 | 28,3 | 45 | |
| Калорійність, ккал/кг | олії | середня 157125**** | | | | | |
| | побічного продукту | 3672** | – | 3279** | 4122** | 3111 | |
| Вихід енергії з га, Гкал/га | олії | 80,1 | 80,1 | 94,3 | 188,6 | 70,7 | 99,0 |
| | побічного продукту | 13,6 | – | 12,8 | 68,0 | 8,7 | 17,1 |
| | олія+поб. продукт | 93,7 | – | 107,1 | 256,6 | 79,4 | 116,1 |

Примітки: * середнє за 2008–2012 рр.; ** за 2009 р.; *** літературні дані [1, 13–14], **** [9]

Таким чином, визначено енергетичну цінність *S. marianum*, *C. tinctorius* і *O. biennis* (93,7; 107,1; 256,6 Гкал з 1 га відповідно), яка суттєво перевищує цей показник у *B. napus* var. *oleifera* (79,4 Гкал з 1 га) при вирощуванні в умовах степової зони Південного Сходу України, що дозволяє рекомендувати їх, як сировину для виробництва біопалива для цього регіону.

Висновки

В умовах степової зони України за енергетичною цінністю *S. marianum*, *C. tinctorius* і *O. biennis* не поступаються *B. napus* var. *oleifera*, що використовується для виробництва біопалива у лісостеповій зоні нашої країни та у світовій практиці. На основі отриманих даних енергетичної цінності досліджених видів рекомендуємо випробовування їх як культур для вирощування у промислових масштабах степової зони Південного Сходу України.

1. Біологічні ресурси і технології виробництва біопалива – К: Аграр Медіа Груп, 2010. – 408 с.
2. Валовой сбор и урожайность основных сельскохозяйственных культур / Россия в цифрах – 2008 г. Copyright © Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.gks.ru/bgd/regl/b08_11/IssWWW.exe/Stg/d02/15-17.htm
3. Глухов О.З. Біологічні особливості нових технічних культур при інтродукції на південний схід України / О.З. Глухов, Т.Ю. Жаворонкова // Вісник Донецького національного університету. – 2009. – С. 24–29.
4. Гулбрандсен Т.Х. Энергоэффективность и энергетический менеджмент: учебно-методическое пособие / Т.Х. Гулбрандсен, Л.П. Падалко, В.Л. Червинский. – Минск.: БГАТУ, 2010. – 240 с.
5. Закон України № 1391-VI «Про альтернативні види палива» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1391-14>
6. Калмыков С.Т. Определение качества кормовых жиров. – М.: Колос, 1976. – 192 с.
7. Кобець М.І. Проблемні питання розвитку біодизельного виробництва в Україні/ М.І. Кобець // [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://brc.undp.org.ua/g/publications/Problems_of_biodiesel_production_ua.pdf

8. Кохан Т.П. *Oenothera biennis* L. – перспективна культура для південного сходу України / Т.П. Кохан, І.М. Остапко, Н.П. Купенко, Т.Ю. Жаворонкова// Інтродукція, селекція та захист рослин: Матер. II міжнар. наук. конф. (м. Донецьк, 6–8 жовт. 2009 р.). – Донецьк, 2009. – Т. 1. – С. 388–392.
9. Нагорнов С.А. Техника и технологии производства и переработки растительных масел: учебное пособие / С.А. Нагорнов, Д.С. Дворецкий, С.В. Романцова, В.П. Таров.– Тамбов: Изд-во ГОУ ВПО ТГТУ, 2010. – 96 с.
10. Никетенко Г.Ф. Опытное дело в полеводстве / Под ред. Г. Ф. Никетенко. – М.: Россельхозиздат, 1982. – 184 с.
11. Рапс – культура интенсивного типа / По материалам журнала «Агробізнес сьогодні», [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://agrocart.com/885>
12. Урожайность рапса в мире 1990–2005 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.fodder.ru/content/view/42/40/>
13. Статистичний щорічник Донецької області за 2008 рік / Державний комітет статистики України. Головне управління статистики у Донецькій області. – Донецьк, 2009. – С. 121.
14. Статистичний щорічник Київської області за 2010 рік / Державний комітет статистики України. Головне управління статистики у Київській області. – К., 2011. – 515 с.
15. Bioenergy in Germany: Facts and Figures (January 2012) [online] http://www.biodeutschland.org/tl_files/content/dokumente/biothek/Bioenergy_in-Germany_2012_fnr.pdf
16. Biofuels in Australia – issues and prospects (May 2007) [online] http://www.bioenergy.org.nz/documents/liquidbiofuels/AustraliaBiofuels_May_2007.pdf
17. How Canada ranks: A comparative study of national biofuels policies world-wide (March 2006) [online] <http://www.bioenergy.org.nz/documents/liquidbiofuels/nationalbiofuelspolicystudyMarch-28-2006.pdf>
18. Zhavoronkova T.Y. Development of alternative energy in steppe zone of Ukraine / T.Y. Zhavoronkova, I.N. Ostapko, O.M. Shevchuk // International conference «Renewable wood and plant resources: chemistry, technology, pharmacology, medicine» (Saint-Petersburg, June 21–24, 2011). – Saint-Petersburg, 2011. – P. 93.

Донецький ботанічний сад НАН України

Надійшла 31.08.2012

УДК 574.6:633.85(477.60)

ЕНЕРГЕТИЧНА ЦІННІСТЬ *SILYBUM MARIANUM* (L.) GAERTN., *CARTHAMUS TINCTORIUS* L. ТА *OENOTHERA BIENNIS* L. ПРИ КУЛЬТИВУВАННІ У СТЕПОВІЙ ЗОНІ УКРАЇНИ
Т.Ю.Воскобойник

Донецький ботанічний сад НАН України

На основі вивчення калорійності, урожайності насіння та побічного продукту, порівняння виходу енергії з 1 га у *Brassica napus* var. *oleifera* DC. в Україні та світі, надано оцінку енергетичної цінності *Oenothera biennis* L., *Silybum marianum* (L.) Gaertn. та *Carthamus tinctorius* L. при культивуванні в умовах південного сходу України.

UDC 574.6:633.85(477.60)

ENERGY VALUE OF *SILYBUM MARIANUM* (L.) GAERTN., *CARTHAMUS TINCTORIUS* L. AND *OENOTERA BIENNIS* L. GROWN IN THE STEPPE REGION OF UKRAINE
T.Yu. Voskoboinik

Donetsk Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Ukraine

Based on the studies of the combustion value, seed productivity and a by-product, comparison of the energy yield per 1 ha in *Brassica napus* var. *oleifera* DC. in Ukraine and in the world, energy values of *Oenotera biennis* L., *Silybum marianum* (L.) Gaertn., and *Carthamus tinctorius* L. have been evaluated in plants grown under conditions of the South-East of Ukraine.