

УДК 339.923

Микитин Т.М., к.т.н., доцент

Рівненський державний гуманітарний університет

## ОСОБЛИВОСТІ РОЗВИТКУ БІОЕНЕРГЕТИКИ НА РЕГІОНАЛЬНОМУ РІВНІ

Визначено тенденції розвитку відновлювальної енергетики і біоенергетики. Приведено аналіз використання сільськогосподарських земель в Україні та у Рівненській області. Дано характеристику природним умовам Полісся України. Запропоновано вирощувати на покинутих землях енергетичну вербу. Приведено розрахунки ефективності вирощування енергетичних культур.

**Ключові слова:** біоенергетика, біомаса, енергетичні культури, енергетична верба, використання сільськогосподарських земель, Полісся, ефективність вирощування енергетичної верби.

Mykytyn T.

## THE FEATURES OF BIOENERGY DEVELOPMENT AT THE REGIONAL LEVEL

The tendencies of the development of renewable energy and bioenergy have been identified. The analysis of use agricultural lands in Ukraine and in the Rivne region has been done. The characteristic of natural conditions of Polissia of Ukraine has been ordered. An abandoned land proposed to apply under the growing of the energy willow. The efficiency calculations of growing of energy crops has been made.

**Keywords:** bioenergy, biomass, energy crops, energy willow, sown area of agricultural land, Polissia, efficiency of energy crop willow.

Микитин Т.М.

## ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ БИОЕНЕРГЕТИКИ НА РЕГИОНАЛЬНОМ УРОВНЕ

Определено тенденции у развитии возобновляемой энергетики и биоэнергетики. Проведено анализ использования сельскохозяйственных земель в Украине и Ровенской области. Дано характеристику природным условиям Полесья Украины. Предложено выращивать на землях энергетическую иву. Проведено расчеты эффективности выращивания энергетических культур.

**Ключевые слова:** биоэнергетика, биомасса, энергетические культуры, энергетическая ива, использование сельскохозяйственных земель, Полесья, эффективность выращивания энергетической ивы.

**Постановка проблеми у загальному вигляді і її зв'язок з важливими науковими та практичними завданнями.** Сталий розвиток суспільства передбачає раціональне використання природних ресурсів. Традиційні джерела енергії (нафта, газ, кам'яне вугілля) вичерпуються. Тому 21 століття стане початком інтенсивного використання відновлювальних джерел енергії, зокрема біоенергетики. Такий підхід дозволить зменшити викиди CO<sub>2</sub> в атмосферу, зберегти природні ресурси, більш ефективно використовувати наявний потенціал територій. На сьогодні розвиток виробництва біомаси як сировини для біоенергії та біопродуктів став пріоритетним у Австралії, Північній Америці, Європі, та інших країнах світу [11,13,17].

В Україні розроблена концепція розвитку біоенергетики [2], а у затвердженій «Енергетичній стратегії України до 2030 року» [4] значна увага приділяється не тільки зменшенню енергозбереженню, але і розвитку відновлювальних джерел енергії, зокрема біоенергетики, гідроенергетики, вітроенергетики, сонячної енергетики, геотермальної енергетики. Однак слід зазначити, що частка відновлювальної енергетики у загальному енергетичному балансі держави складає 5,6%, при наявних у державах Європейського союзу більше 10%. [3]

Більше половини відновлювальної енергії отримують використовуючи біоенергетику. Отримують біомасу із відходів лісового господарства, сільського господарства. Перспективним напрямком розвитку біоенергетики на Україні є вирощування енергетичних культур.

**Аналіз останніх досліджень, у яких започатковано вирішення проблеми.** Використання вітчизняними виробниками світового досвіду виробництва і збуту сировини для потреб біоенергетики поряд з диверсифікацією енергетичних ресурсів сприяє поглибленню багатофункціональної ролі аграрних підприємств, поліпшенню їх фінансово-економічного стану та розвитку сільських територій.

У сучасній науковій літературі досить інтенсивно розробляються проблеми використання альтернативних джерел енергії, зокрема, розвитку біоенергетики. Актуалізуються питання не лише технології виробництва біоенергії, а, насамперед, її соціально-економічного значення для розвитку сільської економіки та відродження сільських територій. Окремі аспекти цієї проблеми знайшли своє відображення у працях В. Геєця, О. Бородіної, Т. Зінчук, Т. Железної, Г. Гелетухи, Г. Калетніка, Є. Кузьмінського. Timothy A. Volk, Gregory A. Keoleian.

**Цілі статті.** Метою статті є визначення перспективних напрямів розвитку біоенергетики, враховуючи регіональні особливості.

**Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів.** Перехід розвитку сільського господарства на ринкові умови господарювання в нашій державі привів до значних змін. Зокрема, Україна стала потужним виробником аграрної продукції, наприклад зернових. Оновилися технології вирощування сільськогосподарських культур, парк сільськогосподарських машин. Поряд з тим можна спостерігати і зменшення посівних площ під сільськогосподарськими культурами, яке становить у порівнянні з 1980 роком більше 6 млн. га.

На площах, які використовуються маємо доволі хороші показники росту валового збору зернових. Все досягається за рахунок зміни структури сівозміни (табл.1). На сьогодні зменшились площу під вирощуванням кормових культур, відповідно і зменшилось поголів'я великої рогатої худоби, натомість зросли площі під зерновими культурами. В Україні у 1965 році засівали 33,785 млн.га. Як бачимо зменшення площ посіву привело до зростання валового виробництва зернових (табл.2.), що можна пояснити використанням інтенсивних технологій виробництва, та вилучення низькопродуктивних земель із сільськогосподарського використання.

Таблиця 1

Посівні площі основних сільськогосподарських культур, тис.га[8]

Показники	1990	1995	2000	2005	2008	2010	2013
Посівні площі, всього	32406	30963	27173	26044	27133	26952	28320
В тому числі							
Зернові культури	14583	14152	13646	15005	15636	15090	16210
Кукурудза	1234	1174	1364	1711	2516	2709	4893
Цукровий буряк	1607	1475	856	652	380	501	280
Соняшник	1636	2020	2943	3743	4306	4572	5051
ріпак	90	49	214	207	1412	907	1017
Соя	93	25	65	438	558	1076	1370
Кормові культури	11999	10898	7063	3738	2752	2599	2289

Таблиця 2

Виробництво основних сільськогосподарських культур, млн.га [8]

Показники	1990	1995	2000	2005	2008	2010	2013
Зернові культури	51,01	33,93	24,46	38,01	53,29	39,27	63,05
Кукурудза	4,74	3,39	3,85	7,17	11,45	11,95	30,84
Цукровий буряк	44,26	29,65	13,19	15,47	13,44	13,75	10,79
Соняшник	2,57	2,86	3,46	4,71	6,53	6,77	11,05
ріпак	0,13	0,04	0,13	0,28	2,87	1,47	2,35
Соя	0,10	0,02	0,06	0,61	0,81	1,68	2,77
Кормові коренеплоди	27,27	13,47	6,67	8,01	8,01	6,77	7,24

Разом з тим слід зазначити що на кожний гектар Землі на широтах 40...50 градусів протягом року від Сонця надходить 2600 Гкал енергії. Ця енергія, внаслідок складних природних процесів, перетворюється у рослинницьку продукцію. Залежно від рівнів землеробства та видів вирощуваних культур, енергетична цінність отриманого врожаю складе 3-8% отриманої сонячної енергії, тобто 78...208 Гкал з гектару.[6] Вважаючи це можна констатувати що 6 млн га орних земель, що не використовуються можуть приносити у рік мінімум 500-550 млн. Гкал.

У Рівненській області зменшення посівних площ склало більше 25 % показника 1980 року (майже 200 тис. га). Причини цього можуть бути різні. Однак потрібно визнати, що новітні технології дають результат на тих територіях, що характеризуються відповідним рівнем родючості ґрунтів. Тобто низькопродуктивні землі не використовуються у сільськогосподарському виробництві.

Особливістю Рівненської області є те, що більша половина її території знаходиться у зоні Полісся, а інша частина - у зоні лісостепу. Це накладає свій відбиток на використання території області. Якщо на півдні області маємо активний розвиток сільського господарства, то на півночі – більш активно розвивається лісове господарство, а сільське господарство не є рентабельним. Відповідно розвиток біоенергетики на Рівненщині буде залежати від розміщення території. На півдні області переважатиме заготівля соломи, а на півночі – заготівля відходів від ведення лісового господарства.

На сьогодні Інститутом відновлювальної енергетики НАН України створено атлас енергетичного потенціалу відновлювальних джерел енергії. [5] Ним визначено технічно досяжний потенціал відновлювальних джерел енергії для кожної області. Слід зазначити що отримувати біомасу можна не тільки від відходів, але і вирощуючи її.

Детальний аналіз використання сільськогосподарських земель Рівненщини підтверджує, що понад 90 тис.га сільськогосподарських земель Полісся на сьогодні не використовуються. Зона Полісся займає північну частину Рівненської області. Дана територія заростає чагарниками.

Регіон Полісся знаходиться у вологій, помірно теплій кліматичній зоні. Середня температура у січні становить від -4 до -8 С, а в червні від +17 до +19 С. Середня кількість опадів - 550-650 мм на рік. Тривалість без морозного періоду близько 150-160 днів, літнього сезону 80-110 днів. Період вегетації 210-215 діб.

Полісся характеризується більш низьким рівнем сільськогосподарського освоєння земель. Питома вага сільськогосподарських угідь становить на Поліссі 58,1 %, коли у державі 70,9 %. Однією з головних особливостей цієї зони є перезволоження й заболоченість земель. Ґрунтовий покрив неоднорідний. Найпоширеніші дерново-підзолисті, опідзолені чорноземи, дернові, торфові та торфово-болотні ґрунти.

Таблиця 3

Земельний фонд Рівненської області, тис.га

Район	Загальна площа	С-г землі (в т.ч. рілля)	Ліси	Заболочені	Води	Не використовуються
Полісся	1274,64	426,68 (233,42)	669,4	95,4	29,74	93,07
Лісостеп	730,46	535,14 (424,53)	135,0	9,43	13,56	55,36
Всього	2005,1	961,82 (657,95)	804,5	104,83	43,3	148,43

Наші дослідження у Рівненській області показали, що серед сільськогосподарських земель, які не використовуються на сьогодні самозаліснилося 16,25 тис. га, при цьому у поліських районах – 11,72 тис. га.

На Рівненщині 390,4 тис. га осушених земель, збудовано 275 тис. га гончарного дренажу. На превеликий жаль, 60 % з нього не працює, а 70 тис. га меліорованих

сільськогосподарських земель, за даними обласного управління водного господарства, не використовуються.

З огляду на викладене можна стверджувати, що на території півночі Рівненської області є всі підстави використовувати вільні землі під вирощування енергетичних культур, до яких відносять енергетичну вербу.

Енергетична верба відзначається низькими вимогами до родючості ґрунту, що уможливило використання непридатних для сільського господарства земель, характеризується високою стійкістю до хвороб, шкідників і кліматичних умов, а також можливістю вегетативного розсадження (з обрізаних гілок) [9]. Верба чагарникова – найбільш популярна серед «енергетичних верб». Крім того, вона має в 14 разів більший приріст маси, ніж у природного лісу, тобто дає можливість з 1 га плантації щороку отримувати 30-40 т деревної маси протягом 25-30 років. Таким чином, підбиваючи підсумок реальних витрат, пов'язаних з обслуговуванням, ціна 1 ГДж теплової енергії, отриманої з плантації верби, є найнижчою з усіх традиційних видів палива [1].

Верби витримують періодичне покриття водою, але не є водяною культурою, верба виживає і на луках, на територіях з періодичним затопленням водою, де вирощування звичайних сільськогосподарських культур є з певних причин ризикованим. Вирощування верби на чорноземних і та на гумусних піщаних ґрунтах дає набагато більший приріст за високої рентабельності.

Кількість саджанців верби, потрібних на 1 га плантації може залежати від призначення рослин: для опалювальних цілей, кількість може бути меншою: 15000-30000, для вирощування кущів на розсаду, можна робити більш густою: 30000-50000 саджанців.

Верба відноситься до легких порід деревини з густиною 460 кг/м<sup>3</sup> за нормалізованої вологості 12 %. Для порівняння, сосна має густину в 510-520 кг/м<sup>3</sup> (за різними джерелами). Мінімальна теплота згоряння сухої вербової деревини становить 18,5 МДж/кг, що майже дорівнює аналогічному показнику хвойних порід.

З одного гектара плантації можна отримувати 4-15 сухих тонн енергетичної верби на рік. У табл.4 приведено урожайність енергетичної верби за даними різних дослідників.

Таблиця 4

Урожайність енергетичної верби

№	Автор	Місце	Урожайність, т/га
1	Adegbidi [10]; Christersson, [12]; Labrecque [15]	Швеція, Північна Америка (експериментальні поля)	24-30
2	Larsson [16]	Швеція	4,0
3	Keoleian, G. A. and T.A. Volk. [14]	Нью-Йорк	6,0
4	Родькін О.І. [7]	Білорусь	7,6-12

Для початку розглянемо модель вирощування енергетичної верби (рис.1.) В її основі лежить два важливих процеси – посадка плантації, яка вимагає серйозного обробітку ґрунту та догляду за посадженою плантацією у перший рік посадки, а також проведення трирічних циклів вирощування – в основі яких збір біомаси на третій рік вирощування. Такий період обраний із умови інтенсивного росту верби у перші три роки і економії на зборі біомаси, яка відбувається на території раз у три роки.

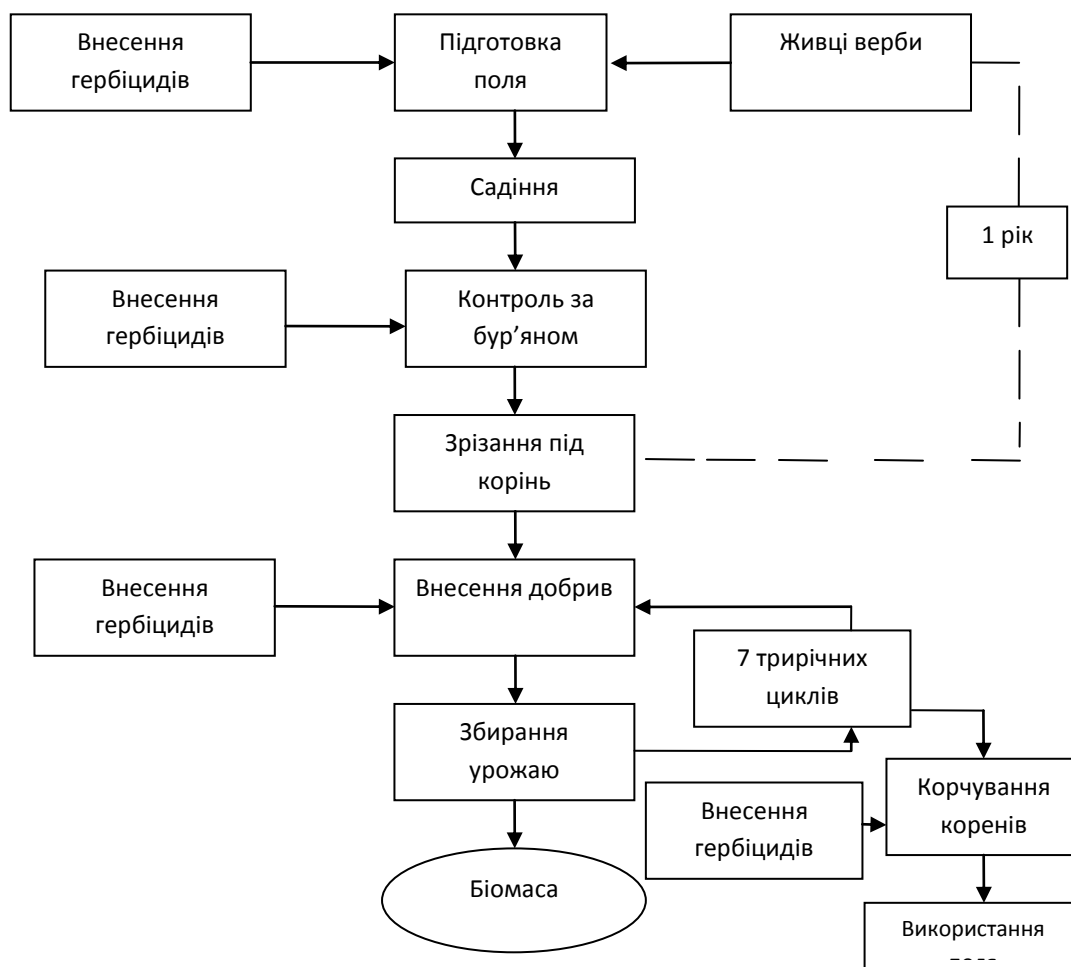


Рис.1. Модель вирощування енергетичної верби

Розглядаючи питання ефективності вирощування енергетичної верби потрібно виходити із трьох основних складових: економічної, екологічної, соціальної, згідно з концепцією сталого розвитку території.

Економічна складова, яка враховує витрати на закладку плантації, догляд за нею, збір біомаси, з одної сторони і вартість отриманої продукції з іншої є визначальною. На сьогодні витрати на посадку 1 га енергетичної верби та догляд за нею потрібно 1100\$. Урожай з плантації можна збирати на третій рік вирощування (вартість збору 1 га складе 90\$). У подальшому витрати будуть тільки на збір урожаю. З цикл вирощування (3 роки) можна з гектара отримати 18-25 т сухої біомаси (пелет) ціна на які складає 110\$. У подальшому витрати мають місце тільки на збір урожаю. Плантація може використовуватись до 20 років, тобто збирати урожай можна 6-7 разів. Створення господарства із вирощування енергетичних культур площею 2000 га вимагатиме значних інвестицій. При цьому потрібно враховувати, що віддача реально наступить через 4 роки, що стримує, на сьогодні, розвиток такого бізнесу в Україні.

Екологічна складова є важливою, оскільки використовуємо у данному випадку паливо, яке дає нульову емісію вуглецю. З другої сторони залучаємо до використання території, які не використовуються у сільському господарстві. Слід врахувати, що плантація площею 2000 га буде давати щорічно від 9990 до 14000 т пелет. Це в свою чергу замінить від 5 до 7 млн. м<sup>3</sup> природного газу.

Не менш важливою є соціальна складова. Західне полісся – депресивний регіон, де має місце значне безробіття. Є проблеми із наповненням бюджету районів. Відповідно немає можливості опалювати заклади соціальної сфери, так як існуючі



енергоносії є надто дорогими. Вирощування енергетичних культур сприятиме вирішенню цих питань. На регіональному рівні, на кожні 4000 га насаджень біомаси з верби буде створено орієнтовно 75 робочих місць.[18]. Зрозуміло, що створення господарств по вирощуванню енергетичних культур зменшить безробіття у регіоні.

**Висновки.** Загалом можна зробити наступні висновки:

1. Розвиток відновлювальної енергетики, зокрема біоенергетики на Україні тільки розпочинається. Важливим у даному випадку є можливість її вирощувати, тобто наявність вільних площ. Наші дослідження вказують на те, що на території Рівненської області у її північній частині маємо достатню кількість територій, що не використовується.

2. Енергетична верба є невибагливою культурою, щодо якості ґрунтів, на якій буде вирощуватись, та вибагливою до вологості ґрунту. Територія Західного Полісся саме відповідає таким вимогам.

3. Запропоновано модель вирощування енергетичної верби, яка включає у себе посадку та догляд за плантацією першого року та 7 трирічних циклів вирощування.

4. Визначено потенційно можливу урожайність енергетичної верби, на територіях, які відповідають умовам Рівненської області.

5. Проведено розрахунки економічної ефективності вирощування енергетичної верби. Зокрема пропонується враховувати не тільки економічну складову, але екологічну та соціальну.

6. Створення підприємства по вирощуванню енергетичної верби прощого 2000 га даватиме щорічно від 9990 до 14000 т пелет, що замінить від 5 до 7 млн. м<sup>3</sup> природного газу.

#### Список використаних джерел:

1. Відновлювальні джерела енергії. Вирощування біомаси: [науково-популярне видання] / упоряд.: Берташ Б.М., Веремеєнко С.І., Івашинюта С.В. Микитин Т.М. – Рівне: Громадська організація «Рівненський центр маркетингових досліджень», 2011. 28 с.
2. Гелетуха Г.Г. Концепція розвитку біоенергетики в Україні / Железна Т.А., Тишаєв С.В., Кобзар С.Г., Копейкін К.О. 2001. - К.: Ін-т технічної теплофізики НАН України, - 15 с.
3. Гелетуха Г.Г., Сучасний стан та перспективи розвитку біоенергетики в Україні /Железна Т.А., Кучерук П.П., Олійник Є.М. 2013. Київ, 2013. Аналітична записка БАУ №9- Електронний ресурс <http://www.uabio.org/img/files/docs/position-paper-uabio-9-ua.pdf>
4. Енергетична стратегія України до 2030 року. Кабінет Міністрів України. Розпорядження КМУ No 1071 від 24.07.2013 Електронний ресурс <http://mpe.kmu.gov.ua/fuel/control/uk/doccatalog/list?currDir=50358> .
5. Кудря С. О. Атлас енергетичного потенціалу відновлюваних джерел енергії України / С. О. Кудря, В. Ф. Резцов, Т. В. Суржик та ін.]. – К.: Інститут відновлюваної енергетики НАН України, 2008. – 55 с.
6. Мольчак Я.О. Аналіз перспектив та переваг виробництва і застосування для Волинської області біопалива, що виробляється з енергетичної верби / Я.О. Мольчак, В.О. Фесюк, І.Я. Мисковець // Наукові записки Тернопільського державного педагогічного університету. Серія «Географія». – Тернопіль.– 2011. – №1. – С.147-152.
7. Родькин, О. И. Производство возобновляемого биотоплива в аграрных ландшафтах: экологические и технологические аспекты : монография / 2011. – Минск : МГЭУ им. А. Д. Сахарова, – 212 с.
8. Статистичний щорічник України за 2013 рік. Державна служба статистики України. –К., 2014. – Держаналітінформ. -534с.
9. Шершун М.Х., Дребот О.І., Коніщук В.В. [2012] Еколого-економічні особливості розвитку біоенергетики на Поліссі // Економіка АПК. . - № 9. - С.19-23.
10. Adegbi, H. G. Biomass and nutrient removal by willow clones in experimental bioenergy plantations in New York State./ Volk, T. A., White, E. H., Abrahamson, L. P., Briggs, R. D., and Bickelhaupt, D. H. 2001. *Biomass and Bioenergy*. 20(6): 399–411.
11. Baker T. Prospects for bioenergy from short rotation crops in Australia / Bartle, J., Dickson, R., Polglase, P., Schuck, S. In: *Proceedings of the Third Meeting of IEA Bioenergy Task 17*. 1999. pp 1–16. Christersson, L. and Wright, L., Eds., Oak Ridge, TN.
12. Christerston, L. High technology biomass production by Salix clones on a sandy soil in southern Sweden. 1986. *Tree Physiology*. 2: 261–272.
13. European Communities. *Green Paper: Towards a European Strategy for the Security of Energy Supply*. 2001. Luxembourg: European Commission. Fehrs, J. E. 1999. *Secondary Mill Residues and UrbanWoodWaste Quantities in the United States. Northeast Regional Biomass Program*. Washington, D.C.
14. Keoleian, G. A., T.A. Volk. Renewable Energy from Willow Biomass Crops: Life Cycle Energy, Environmental and Economic Performance. 2005. *Critical Reviews in Plant Sciences*: 24(5-6):385–406.

15. Labrecque, M., Teodorescu, T. I. High biomass yield achieved by Salix clones in SRIC following two 3-year coppice rotations on abandoned farmland in southern Quebec, Canada. 2003. *Biomass and Bioenergy*. 25(2): 135–146.
16. Larsson, S. Genetic improvement of willow for short-rotation coppice. 1998. *Biomass and Bioenergy*. 15: 23–26.
17. National Research Council. *Biobased Industrial Products: Priorities for Research and Commercialization*. 2000. National Academy Press. Washington, DC.
18. Proakis, G. J. Accelerating the commercialization of biomass energy generation within New York State. / Vasselli, J. J., Neuhauser, E. H., and Volk, T. A. In: *Proc. Fourth Biomass Conf. of the Americas, Biomass: A Growth Opportunity in Green Energy and Value-Added Products*, pp. 1711–1716. Elsevier Sci. Ltd., Kidlington, Oxford, UK 1999.

*Рецензент д.е.н., професор Вахович І.М.*