

УДК: 633:582.4:573.4:574

ХІВРИЧ О.Б., канд. с.-г. наук

КВАК В.М., КАСЬКІВ В.В.,

МАМАЙСУР В.В., МАКАРЕНКО А.С., аспіранти

Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН

ЕНЕРГЕТИЧНІ РОСЛИНИ ЯК АЛЬТЕРНАТИВА ТРАДИЦІЙНИМ ВИДАМ ПАЛИВА

Охарактеризовано енергетичні рослини, що вирощуються для твердих видів палива, їх практичне використання та енергетична цінність.

Ключові слова: енергетичні рослини, біомаса, біопаливо, фітоенергетика, навколишнє середовище.

Постановка проблеми. Найбільш актуальними завданнями, що стоять перед державою, є скорочення споживання досить дорогого імпортного палива – природного газу та нафти і пошук власних альтернативних відновлюваних джерел енергії з одночасним вирішенням екологічних проблем та розвитком енергоощадних технологій. Відомо, що через 5-10 років розвідані запаси нафти будуть вичерпані на 60-65 %, видобуток скоротиться на 30-40 %, а потреба у споживанні збільшиться. Тому все більше виникає необхідність залучати нетрадиційні джерела енергії, в тому числі створені на основі біоенергетичної сировини.

Активне нарощування промислового виробництва призводить до забруднення навколишнього середовища (води, ґрунту, повітря). Досить шкідливим та небезпечним для живих організмів є забруднення природного середовища токсичними речовинами, важкими металами, а викиди в атмосферу великої кількості CO₂ промисловими підприємствами спричиняють велику небезпеку для навколишнього середовища та призводять до парникового ефекту.

Але останніми роками все більше уваги почали приділяти біопаливу, що виробляється з високопродуктивних енергетичних культур. Енергія біомаси для України, за деякими оцінками, становить близько 50 млн т у.п., але економічно доцільний потенціал біомаси оцінюється у 27 млн т у. п./рік. Джерелом енергетичної сировини можуть бути як побічні продукти рослинного походження (солома, соняшникове лушпиння, стебла кукурудзи тощо), так і спеціально призначені для цього рослини – «енергетичні рослини», які є головним абсорбентом вуглекислого газу та утворюють високі врожаї біомаси, яку можна було б використати на енергетичні цілі для виробництва біопалива. Залучення даного потенціалу до виробництва енергії може задовольнити близько 12-15% потреб України в первинній енергії.

Велика кількість рослин була досліджена для визначення потенційної можливості використання їх як енергетичних культур, але тільки небагато видів досягли комерційного рівня і вирощуються на великих площах. Серед них найбільш поширеними є: міскантус, світчграс (лозоподібне просо), верба, тополя (висаджуються приблизно на 10-15 років (до 30 років). Підготовка ґрунту не потребує великих енергетичних затрат, врожай збирається взимку або навесні з використанням звичайної сільськогосподарської техніки.

Енергетичні рослини мають великий урожай і невеликі вимоги до вирощування. В перерахунку на еквівалент енергії витрати на вирощування таких культур значно менші, ніж вартість енергоносіїв, отриманих від традиційних джерел [1].

Метою роботи було стисло охарактеризувати рослини, які можуть бути використані на енергетичні цілі для створення твердих видів палива (пелети, брикети тощо) та висвітлити їх енергетичну цінність.

Матеріали та методика досліджень. Матеріалами досліджень слугували наукові праці та розробки з питань перспективних ресурсних можливостей виробництва біопалива (твердих видів палива). Було застосовано методи аналітичного, кількісного та якісного порівняння.

Результати досліджень та їх обговорення. Однією з особливостей енергетичних рослин є їх здатність ефективно використовувати сприятливі умови для росту і розвитку, накопичуючи велику кількість сухих речовин за вегетаційний період.

Міскантус належить до родини злакових (*Gramineae*). Це багаторічна трав'яниста культура з добре розгалуженою кореневою системою, яка досягає глибини 2,5 метрів і більше. Така коренева система сприяє дуже доброму використанню елементів живлення і води з ґрунту. Стебло є дуже

міцним і відзначається великою витривалістю до механічних ушкоджень, з огляду на великий вміст в ньому лігніну і целюлози. Рослини досить добре перезимовують, стійкі до опадів та сильного вітру в зимовий період. В натуральному середовищі рослини міскантусу досягають 2-3 м висоти і більше.

Вимоги міскантусу до води набагато перевищують середньорічні опади в Україні – близько 700 мм опадів на рік. Але не зважаючи на це, споживання води на продукування 1 кг сухої маси досить невисоке (близько 250-300 кг). Тривалість вирощування рослин на одному полі – до 20 років, тривалість комерційного вирощування – близько 15 років. Біомаса може збиратись щорічно, вона трактується, насамперед, як відновлюване джерело енергії. З огляду на високий вміст целюлози і лігніну міскантус є також цінною сировиною для виробництва будівельних матеріалів, у целюлозно-паперовій промисловості і сільському господарстві [2].

Світчграс або лозоподібне просо (*Switchgrass – Panicum virgatum L.*). Це прямостояча теплолюбна багаторічна рослина (C₄), яка росте в преріях і схожа на кущовий злак. Вона розмножується як насінням, так і кореневищем. Рослина має червонуваті прямостоячі стебла, які досягають 0,5-2,7 м у висоту. Коренева система може досягати 3 м у глибину.

Тривалий час в Америці та Африці світчграс використовували для консервації ґрунтів та як кормову культуру. Його вирощують для боротьби з ерозією ґрунту та збереження природних умов, а в Європі – як декоративну рослину.

Починаючи з кінця 80-х рр. різновиди цієї культури почали розглядатися як трав'яна енергетична культура. Основними шляхами використання світчграсу в США та Канаді є виробництво електроенергії через газифікацію, комбіноване спалювання на вугільних заводах та виробництво етанолу для пального. Нещодавно сюди додали виробництво целюлозних і волокнистих ущільнених композиційних матеріалів.

Світчграс вирощують на різних ґрунтах, він невибагливий до вмісту вологи та поживних речовин у ґрунті і має позитивний вплив на навколишнє середовище. Його використовують для боротьби з ерозією ґрунту, сприяння збереженню природних умов. Є можливість використання земель, непридатних для вирощування сільськогосподарських культур, висока стійкість до хвороб та шкідників. Врожайність світчграсу збільшується поступово з менш ніж 2 т/га в перший рік, до 12 т/га на другий і до 18 т/га на третій рік.

Світчграс має складові, типові для біопаливної біомаси: близько 50 % вуглецю, 43 % кисню і 6% водню. Світчграс має високий вміст золи – до 4-6 %, що пояснюється високою часткою листяної маси. Порівняно низький вміст калію та натрію у комбінації з підвищеним вмістом кальцію та магнію в біомасі призводить до вищої температури згоряння, що зменшує імовірність шлакування під час спалювання в котлах [3].

Верба (*Salix L.*) – рід дерев, кущів або напівкущів родини вербових (*Salicaceae*). Енергетична верба – зазвичай густа, виростає до 5-6 м у висоту і має велику кількість пагонів. Вона досить легко розмножується вегетативними пагонами. Насадження верби залишаються продуктивними до 25-30 років, а врожай протягом даного періоду може збиратися через 3-4 роки. З 1 га плантації можна отримувати до 30-40 т сухої деревної маси щороку.

Позитивним є те, що верба стійка до морозів та посухи, до шкідників та хвороб, може рости на ґрунтах різного типу, на пагорбах, у ярах з підвищеним заляганням ґрунтових вод, на заболочених землях, що забезпечують хороше водопостачання, навіть на непродуктивних землях, що потребують рекультивациі, тобто на землях, непридатних для ведення сільського господарства. Верба придатна для виробництва паливних брикетів для спалювання в котлах. Культура має великий потенціал продуктивності, особливо на землях, що не використовуються або використовуються неефективно. Одна тонна верби вологістю 40% забезпечує 1 Гкал тепла, тоді як така ж кількість сухої сировини за вологості 15% дає 2 Гкал тепла. Зрештою, енергетична верба може внести вагомий вклад у вирішення не тільки енергетичних, але й екологічних проблем, пов'язаних з очисткою стічних вод.

Нижча теплотворна здатність абсолютно сухої верби не відрізняється від інших порід деревини і складає приблизно 18 МДж/кг абсолютно сухої речовини. Попри відсутність будь-яких шкідливих продуктів при згорянні, вона має високу тепловіддачу: 1 т рослин замінює понад 500 м³ природного газу або 700 кг бурого вугілля. Біомаса, яку отримують у процесі виробництва, може використовуватися як первинне паливо (у процесі згорання), або вторинне – біометанол і деревний газ [4,5].

Збирають вербу після закінчення вегетації, переважно в зимовий період, за допомогою звичайних силосозбиральних комбайнів, після чого її подрібнюють і роблять пелети для спалювання в котлах.

Таблиця 1 – Енергетична цінність різних видів палива [5]

Вид палива	Енергетична цінність (GJ/t)	Вартість (zł*/t)	Вартість 1GJ енергії (zł*/GJ)
Енергетична верба (суха маса)	20	25	1,25
Кам'яне вугілля	26	320	12,3
Кокс	21	210	10,0
Природний газ (GJ/1000m ³)	38	1000 (1000m ³)	26,3

Тополя (*Populus*) – родина вербові (*Salicaceae*). Це близький родич верби, яка також знайшла своє застосування у біоенергетиці. Так як і вербу її у Західній Європі вирощують для опалювання. У наших кліматичних умовах серед усіх інших дерев саме тополя росте найшвидше, в подібних умовах з вербою. Для росту вона потребує багато вологи і світла, тому найбільший вихід біомаси буде в умовах, наближених до тих, що у долинах річок.

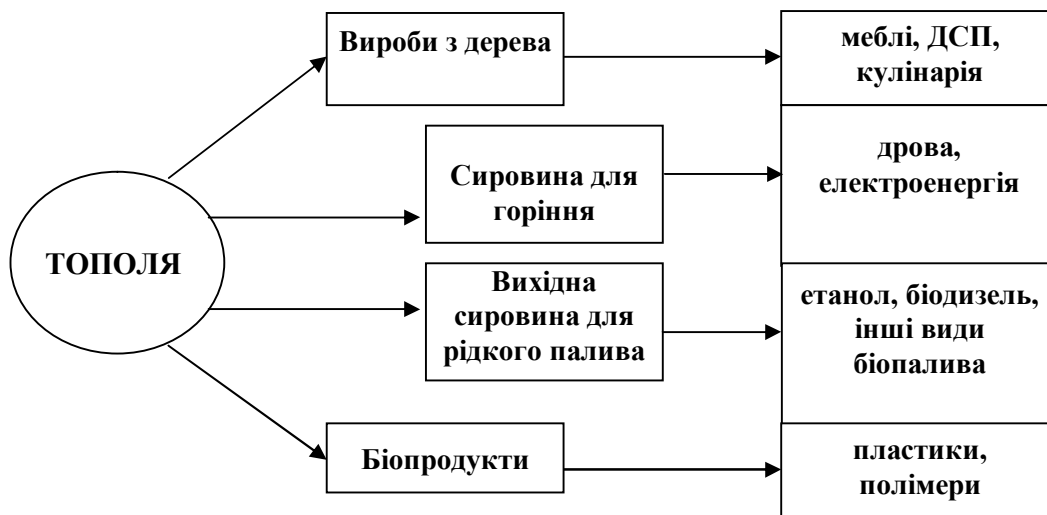


Рис. 1. Практичне використання тополі (За даними University of Connecticut Department of Plant (USA)) [6].

Тополя досить давно використовується через її швидкий ріст та стійкість до шкідників і можливість вирощування на бідних ґрунтах. В більшості випадків вона не потребує застосування пестицидів та добрив. Тополя може рости на забруднених, малородючих ґрунтах, зводячи до мінімуму конкуренцію між біоенергетичними і продовольчими культурами.

Останнім часом у зв'язку з порівняно швидким ростом та утворенням біомаси насадження тополі все активніше використовують як регенеративне джерело енергії для виробництва біопалива. Її деревина досить легка, широко використовується в технічних цілях [6]. 4 кубометри деревини замінюють 1000 м³ газу. Тополя вбирає в себе велику кількість вуглекислого газу, завдяки їй можна отримати прекрасне екологічно чисте паливо. У промислових насадженнях вихід сухої маси тополі становить до 6-12 т/га. Насадження тополі залишаються продуктивними до 15-20 і більше років, а біомасу протягом даного періоду можна збирати через кожні 3-6 років [7,8].

Рослини C₃ (верба і тополя) більше потребують води за продукування тієї ж кількості біомаси, ніж рослини C₄ (міскантус, світчграс). Річна кількість води, яка транспірується вербою і тополею, на 40-100 мм більша ніж, наприклад, у міскантусу. Натомість, рослини типу C₄, показують відносно більшу здатність утворювати врожай біомаси [9].

Таблиця 2 – Порівняльна характеристика енергетичних рослин для виробництва твердого біопалива (за даними фірми «АЕВІОМ») [9]

Культура	Вихід сухої маси, (т/га)/рік	Нижча теплота згорання, МДж/кг сух.м.	Виробництво енергії, ГДж/га	Вміст води в момент збору врожаю, %	Зола, %
Міскантус	8-32	17,5	143-560	15	3,7
Світчграс	9-18	17,0	н/д	15	6,0
Верба	8-15	18,5	280-315	53	2,0
Тополя	9-16	18,7	170-300	49	1,5
Очерет	6-12	16,3	100-130	13	4,0
Коноплі	10-18	16,8	170-300	н/д	н/д
Тростина	15-35	16,3	245-570	50	5,0

Висновок. Розвиток власного виробництва біопалива – це можливість країни вирішити питання енергетичної незалежності. Використання альтернативних рослинних джерел енергії в сільській місцевості, дозволяє істотно здешевити процес агропромислового виробництва.

Основними складовими енергетичного потенціалу є відходи сільськогосподарського виробництва та енергетичні культури, такі як міскантус, світчграс, верба, тополя.

Розвиток біоенергетичного сектору має проходити послідовно та обґрунтовано, з урахуванням впливу на національну економіку та довкілля.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. [Електронний ресурс]. – режим доступу до сайту: http://unctad.org/en/docs/ditcbcc20091_en.pdf
2. [Електронний ресурс]. – режим доступу до сайту: <http://bioagrolife.com/english/news/>
3. [Електронний ресурс]. – режим доступу до сайту: https://attra.ncat.org/attra-pub/farm_energy/
4. Олійник С. Вирощування енергетичних плантацій / С. Олійник, С. Тетяна // Агросектор, 2007. – №7-8 (21-22), С. 38-41.
5. [Електронний ресурс]. – режим доступу: <http://www.biomax.com.pl>
6. [Електронний ресурс]. – режим доступу до сайту: <http://www.soiltest.uconn.edu/analysis.php>
7. Хіврич О. Енергетичні рослини як сировина для біопалива / [О. Хіврич, В. Курило, В. Квак, В. Каськів]. – Пропозиція, 2011. – №6. – С. 68-73.
8. [Електронний ресурс]. – режим доступу до сайту: <http://www.energyoplar.eu/index.php>
9. [Електронний ресурс]. – режим доступу до сайту: <http://www.aebiom.org/>

Энергетические растения как альтернатива традиционным видам топлива

А. Б. Хіврич, В. М. Квак, В. В. Каськів, В. В. Мамайсур, А. С. Макаренко

Охарактеризованы энергетические растения, выращиваемые для твердых видов топлива, их практическое использование и энергетическая ценность.

Ключевые слова: энергетические растения, биомасса, биотопливо, фитоэнергетика, окружающая среда.

Energy plants as an alternative to traditional fuels

O. Khivrych, V. Kwak, V. Kaskiv, V. Mamaysur, A. Makarenko

Characterization of the energy plants grown for solid fuels, their practical use and energy value.

Key words: power plants, biomass, biofuels, fitoenergetika, environment.