



Національний університет біоресурсів і природокористування України

Навчально-науковий інститут лісового
і садово-паркового господарства

Науково-технічний центр «Біомаса»

Міжнародний інститут прикладного системного аналізу (IIASA)

Енергетичний потенціал біомаси в Україні



Київ – 2011

УДК 630*54:620.9
ISBN 978-966-8006-838

Автори:

П.І. Лакида, Р.Д. Васишлин, С.В. Зібцев, І.П. Лакида –
Національний університет біоресурсів і природокористування України;
Г.Г. Гелетуа, Т.А. Железна – Науково-технічний центр
“Біомаса”, Україна
Х. Бьотчер – Міжнародний інститут прикладного системного
аналізу, Австрія

Енергетичний потенціал біомаси в Україні / [Лакида П.І., Гелетуа Г.Г.,
Васишлин Р.Д., та ін.], відповід. наук. ред. д.с.-г.н., проф. П.І. Лакида;
Навчально-науковий інститут лісового і садово-паркового господарств
ва НУБіП України. – К.: Видавничий центр НУБіП України, 2011. – 28 с.

ISBN 978-966-8006-838

У брошурі наведені методичні підходи і результати оцінки енергетичного потенціалу лісової та сільськогосподарської біомаси в Україні, яка здійснена в рамках міжнародного проекту „Біоенергетика в Європі” (Грантова Угода №213417 з Європейською комісією сьомої рамкової програми FP-7).

Розраховано на науковців і фахівців енергетичної, лісової та природоохоронної галузей, аспірантів і студентів лісогосподарських, екологічних, біологічних та технічних факультетів вузів.

© П.І. Лакида., Г.Г. Гелетуа, Р.Д. Васишлин,
Т.А. Железна, С.В. Зібцев, Х. Бьотчер, І.П. Лакида, 2011
© Національний університет біоресурсів і природокористування України, Науково-технічний центр «Біомаса»,
Міжнародний інститут прикладного системного аналізу
(IIASA), 2011

ВСТУП

Пошук альтернативних джерел відновлювальної енергії в умовах енергетичної кризи спонукає світове наукове співтовариство до інтеграційних досліджень та опрацювання дорожньої мапи сталого розвитку країн та цілих континентів.

Проект «Біоенергетика в Європі» (BEE – Biomass Energy Europe), який фінансувався в рамках сьомої рамкової програми Європейської комісії, спрямований на гармонізацію оцінок ресурсів біомаси в Європі та сусідніх країнах. Його результати поліпшать погодженість, точність та достовірність оцінок потенціалу біомаси, що сприятиме подальшому переходу цих країн до джерел відновлюваної енергетики.

Загальною метою проекту є підвищення точності й порівнюваності результатів майбутніх оцінок енергетичних ресурсів біомаси через зменшення різноманітності методологічних підходів, гармонізації методик та обміну інформацією.

Виходячи з досвіду учасників проекту та результатів їх поточних досліджень, головну увагу було приділено гармонізації методик оцінки потенціалу біомаси та вибору вихідних даних. Крім того, було визначено можливості спільного використання для оцінки потенціалу біомаси даних як «наземних», так і отриманих із супутника. Розглядалися такі складові енергетичного потенціалу: деревна біомаса лісового господарства, енергетичні культури, відходи традиційного сільського господарства, інші відходи.

Для досягнення цілей, поставлених європейськими країнами в секторі відновлювальної енергетики, необхідна достовірною інформація про енергетичний потенціал біомаси в Європі. Однак результати існуючих оцінок ресурсів біомаси для однієї й тієї ж географічної місцевості суттєво різняться між собою.

Найістотнішою причиною відмінності результатів є різноманітність підходів до вибору загальної методології оцінки, вихідних даних, методів визначення потенціалу земель, доступних для вирощування енергетичних культур, коефіцієнтів та припущень щодо виробництва й утилізації біомаси. Також інколи відсутні певні емпіричні дані (наприклад, коефіцієнти конверсії, склад відходів, урожайність). Крім того, існуючі оцінки ресурсів біомаси досить часто суттєво відрізняються одна від одної за глибиною та часовим діапазоном аналізу, а також за типами потенціалу.

Україна представлена в проекті BEE двома організаціями, які володіють значним досвідом роботи в секторі біоенергетики – це фахівці

Навчально-наукового інституту лісового і садово-паркового господарства Національного університету біоресурсів і природокористування України та Науково-технічного центру «Біомаса».

Україна має великий потенціал біомаси, доступної для енергетичного використання. Шляхом залучення цього потенціалу до виробництва енергії в найближчій перспективі можна задовольнити 13-15% потреби держави в первинній енергії. Розвиток біоенергетичного сектору в Україні має відбуватися послідовно й обґрунтовано, з урахуванням можливого впливу на національну економіку та довкілля. Гармонізована методика оцінки енергетичного потенціалу, яка була отримана в результаті виконання проекту, була використана для оцінки українського сектору біоенергетики. Основні дані, отримані в результаті оцінки, представлені у цій брошурі. Базовими складовими потенціалу біомаси є відходи сільського господарства та деревна біомаса. Сільськогосподарська біомаса сконцентрована в центральних, південно-східних та південних областях країни, в місцях з найродючішими ґрунтами, тоді як деревна біомаса може буди продукowana у північній частині країни, яка на 25-30% вкрита сосновими лісами, та у західній частині – Українських Карпатах, де домінують є смерекові, букові, ялицеві та дубові ліси.

Оцінка енергетичного потенціалу проводилася для всієї країни в цілому та у межах адміністративних областей. У висновках наведені основні законодавчі, технологічні й економічні проблеми сталого використання енергетичної біомаси в Україні та запропоновані деякі шляхи їх вирішення.

Автори брошури будуть вдячні за критичні зауваження, побажання і пропозиції щодо змісту роботи та перспектив її поліпшення.

1. ЛІСОВА БІОМАСА

1.1. Коротка характеристика лісових ресурсів

Ліси України розподілені дуже нерівномірно (рис. 1). Причиною такого явища є кліматичні умови та антропогенний вплив протягом тривалого часу. Найбільші території лісів зосереджені на півночі і на заході країни, в зоні Полісся (мішані ліси) та в Українських Карпатах. Хвойні ліси становлять 42% від загальної площі лісів, у тому числі сосна звичайна (*Pinus sylvestris* L.), яка є панівною деревною породою у 32% лісів, ялина європейська (*Picea abies* Karst.) і ялиця біла (*Abies alba* Mill.), які виступають переважаючими породами у 10% лісів. На листяні деревостани припадає 43% від загальної площі лісів, де дуб черешковий (*Quercus robur* L.) та бук лісовий (*Fagus sylvatica* L.) є панівними породами у 32% лісів. Майже 15% площі лісів займають м'яколистяні породи і чагарники.

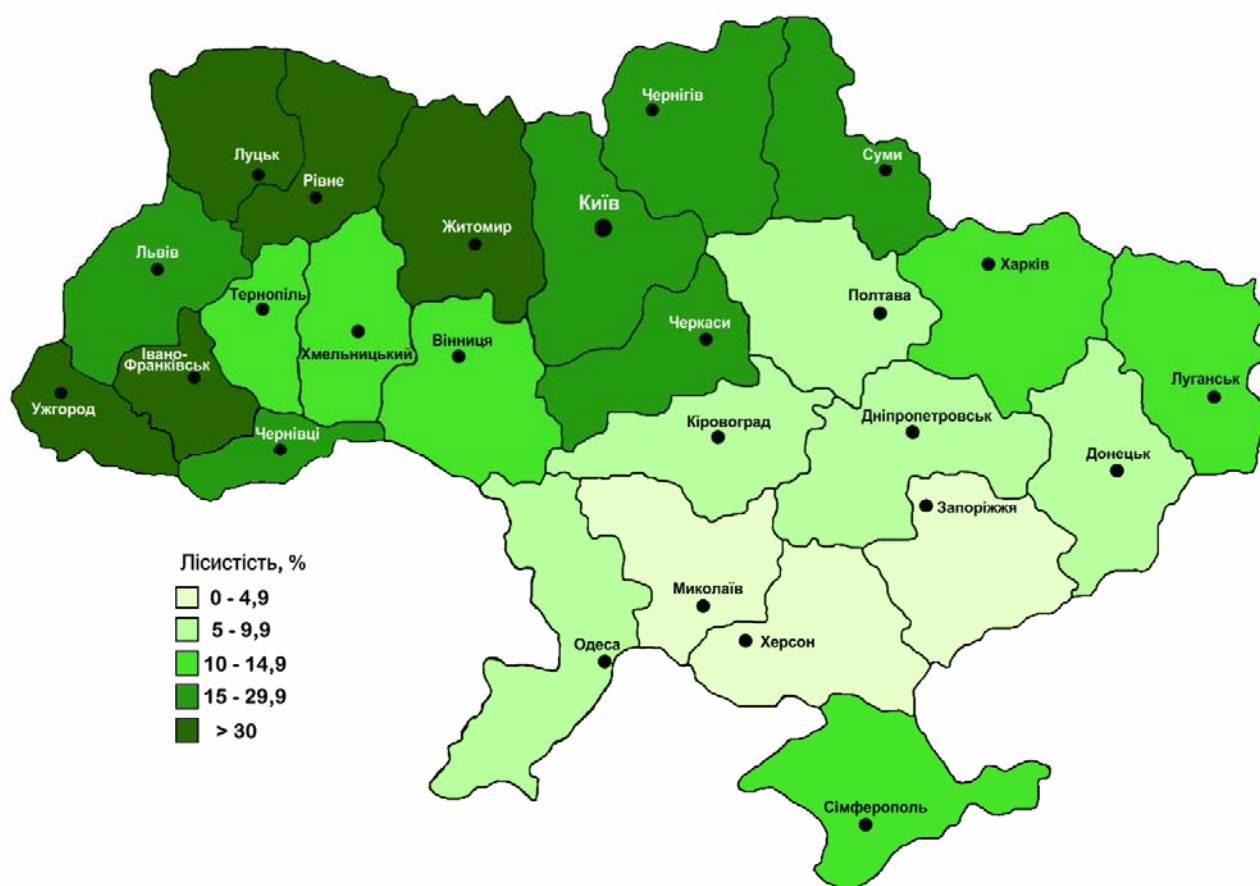


Рис. 1. Лісистість території України за областями

Вікова структура деревостанів наступна: молодняки – 32%, середньовікові – 44, пристиглі – 13, стиглі та перестиглі – 11%. Середній вік лісів – до 54 років. Штучні насадження (лісові культури) становлять майже 50% від загальної площі. Середній запас на 1 га лісової площі – $186 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$, середня зміна запасу деревостанів – $4,0 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1} \cdot \text{рік}^{-1}$ і коливається від $5,0 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1} \cdot \text{рік}^{-1}$ у Карпатах до $2,5 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1} \cdot \text{рік}^{-1}$ у зоні Степу. Загальний запас перевищує 1800 млн м^3 . Україна посідає 7-е місце в Європі за показником загального запасу деревостанів після Росії, Швеції, Франції, Німеччини, Польщі та Фінляндії (ТBFRA-2000).

За останні 50 років площа лісів в Україні збільшилася орієнтовно в 1,5 рази, переважно за рахунок різноманітних програм лісовідновлення та лісорозведення протягом цього періоду. Проте кількість лісів у окремих лісорослинних зонах (зокрема в Степу) далека від оптимальної за критерієм забезпечення ефективного виконання природоохоронних, ґрунтозахисних та водозахисних функцій. З цієї точки зору, не слід очікувати значного потенціалу біомаси у степовій зоні, оскільки першочерговим завданням у цих лісах є забезпечення виконання критеріїв сталого розвитку.

Деревина являє собою одним з основних промислових продуктів лісової галузі в Україні. Щорічно заготовлюється близько 15 млн м^3 ліквідної деревини (в тому числі у системі Державного комітету лісового господарства України – 12 млн м^3), з яких на рубки головного користування припадає 6,5 млн м^3 (у тому числі в системі Державного комітету лісового господарства України – 5,6 млн м^3). Структура заготівлі деревини за деревними породами представлена на рис. 2, а її сортиментна структура відображена на рис. 3.

Щорічні лісозаготівлі обмежуються річною розрахунковою лісосікою. Річна лісосіка встановлюється при проведенні базового лісовпорядкування для кожного державного лісогосподарського підприємства. Протягом останнього десятиліття розрахункова лісосіка становила від 5,2 до 5,7 млн м^3 ліквідної деревини. Беручи до уваги нинішню вікову структуру українських лісів та низку заходів, які плануються урядом, можна очікувати, що протягом наступного десятиліття розрахункова лісосіка збільшиться на 10-15%.

Загалом, використання щорічної зміни запасу в Україні істотно менше, ніж в інших європейських країнах – коефіцієнт використання щорічної зміни запасу в Україні знаходиться в межах 40-50%. Щорічно в Україні заготовлюється лише 0,9% від загального запасу деревостанів.

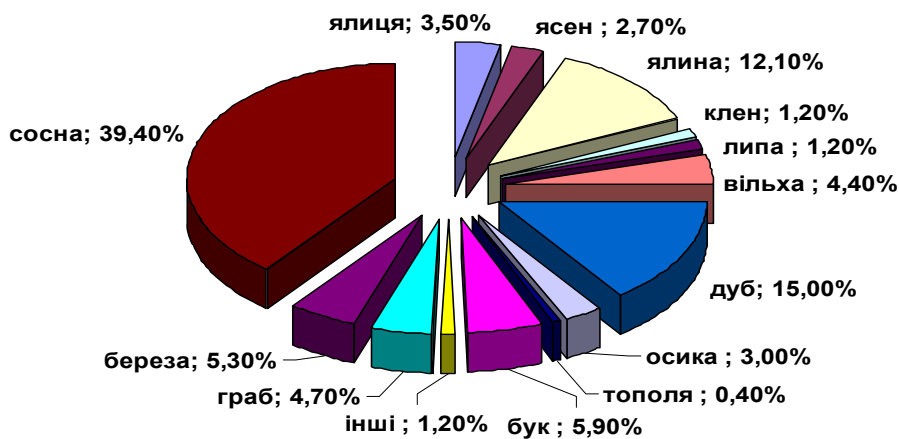


Рис. 2. Структура заготівлі деревини від усіх видів рубок за деревними породами, %

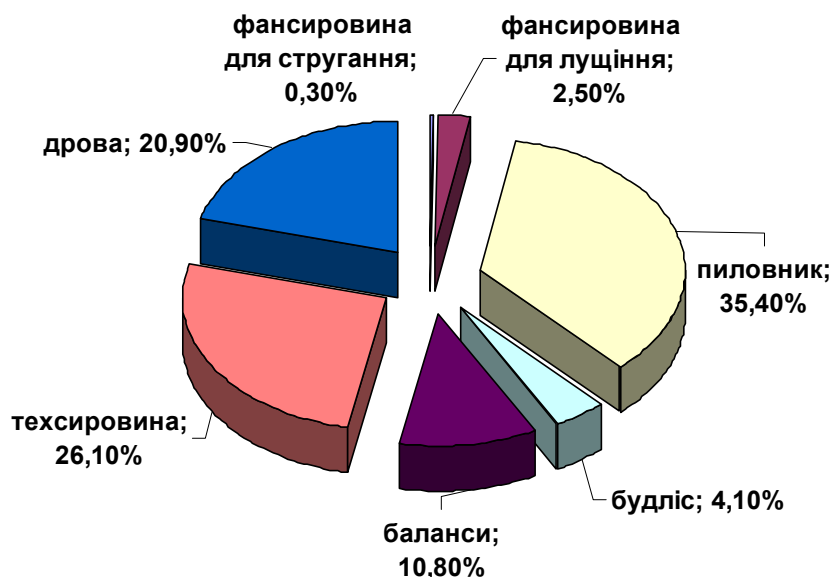


Рис. 3. Сортиментна структура заготовленої деревини, %

1.2. Методологія розрахунку потенціалів лісової біомаси: ресурсно-орієнтований статистичний метод

Під час розрахунку потенціалу лісової біомаси в Україні були використані визначення, наведені у посібнику ВЕЕ (ВЕЕ, 2010), а саме:

- Деревна біомаса – маса деревних частин (деревина, кора, гілки, сучки, пні та коріння) дерев, живих і мертвих, кущі та чагарники, виміряні з мінімальним діаметром від 0 мм (діаметр на висоті грудей). Сюди не входить листя (хвоя).

- Стовбурова деревина – частина стовбура дерева від місця спилування до верхівки включно з корою і без гілок.
- Первинні лісові відходи (залишки при заготівлі деревини) – включають у себе кілька типів деревної біомаси – деревина з рубок догляду (часто все дерево), лісосічні відходи або порубкові залишки (гілки, вершини дерев) і пні.
- Вторинні лісові відходи (відходи переробки деревини) – різні види біомаси, що виникають при промисловій переробці деревини: тирса і тріска, кора, залишки деревини, чорний луг.

1.2.1. Стовбурова деревина

Дров'яна стовбурова деревина є одним з найбільш важливих видів лісової енергетичної біомаси в Україні. Для енергетичних цілей вона надходить після основних видів лісопромислової діяльності, таких як рубки головного користування, санітарні рубки (для поліпшення санітарного стану лісів) і рубки догляду за лісом. Потенціали лісової біомаси були оцінені відповідно до методики ВЕЕ, викладеної у ВЕЕ Methods Handbook, у результаті чого обчислено теоретичні та технічні потенціали. Обидва типи потенціалів були розраховані для кожної області, природно-кліматичної зони і для країни в цілому. За джерела вихідних даних для розрахунків слугували щорічні матеріали державної і галузевої статистики, математичні моделі конверсійних коефіцієнтів головних лісотвірних порід та база даних (БД) „Фітомаса лісів України” (ВЕЕ Data Handbook).

У зв'язку з особливостями доступних статистичних даних для лісового господарства України, основний статистичний метод було модифіковано для розрахунків технічного потенціалу стовбурової деревини. Зокрема, обсяг ділової деревини, яка утворюється після певного типу рубок, було розраховано не через частку ділової деревини в загальному обсязі рубок догляду або рубок головного користування станом на певний рік, як це описано в настановах (ВЕЕ Methods Handbook), а на основі даних про фактичні обсяги заготівлі ділової деревини та дров (2008 р.), наданих Державним комітетом лісового господарства України для лісів, що перебувають у його підпорядкуванні (68% усіх лісів України). Через відсутність достовірних статистичних даних про заготівлю деревини в лісах інших постійних лісокористувачів (Міністерство аграрної політики, Міністерство оборони, Міністерство охорони навколишнього середовища тощо), для розрахунків використовувалися коефіцієнти, які відображають зв'язок між площею лісів Державного комітету лісового господарства та інших лісокористувачів для кожної області.

1.2.2. Первинні лісові відходи

Первинні лісові відходи, які є частиною лісосічних відходів (порубкових решток), для задоволення енергетичних потреб України нині практично не використовуються. Хворост та дерева малого діаметра вибираються під час перших доглядів за лісом і, відповідно до нинішньої лісогосподарської практики, залишаються для перегнивання, тоді як компоненти крони, гілки та інша біомаса, що з'являються після проведення рубок головного користування, спалюються. Така практика неприйнятна в сучасних умовах з економічної точки зору з урахуванням зростання попиту на лісову біомасу як в Україні, так і в більшості європейських країн.

Первинні лісові відходи оцінено за допомогою базового ресурсно-орієнтованого статистичний методу (BEE Methods Handbook), що дало змогу отримати теоретичні й технічні потенціали для всіх областей, природно-кліматичних зон та для України в цілому. Зокрема, використано перевідні коефіцієнти біомаси, отримані з БД "Фітомаса лісів України" (BEE Data Handbook). Перевідні коефіцієнти біомаси були використані з метою розрахунку потенціалів лісової біомаси для лісів Державного комітету лісового господарства (68%). Для інших лісів, стосовно яких відсутні достовірні статистичні дані, використано перевідні коефіцієнти, які відображають співвідношення між площею лісів Державного комітету лісового господарства України та площею лісів інших лісокористувачів у межах кожної області.

1.2.3. Вторинні лісові відходи

До недавнього часу, деревообробна промисловість не використовувала вторинні лісові відходи, що було пов'язано з низькою ціною імпортованого природного газу. На сьогодні ситуація істотно змінилася і енергетичному потенціалу відходів підприємств деревообробної промисловості уваги приділяється набагато більше.

Для оцінки потенціалів вторинних лісових відходів було застосовано базовий метод, який використовує ресурсно-орієнтований підхід та простий статистичний аналіз (BEE Methods Handbook). Цей метод дав змогу здійснити оцінку теоретичного і технічного потенціалів зазначеного виду біомаси. Однак у процесі розрахунків базовий метод, який наведений у BEE Methods Handbook, було використано не повністю, а лише в тій частині, що стосується оцінки технічного потенціалу вторинних лісових відходів. Разом із тим, оцінка теоретичного потенціалу, через відсутність в Україні достатніх статистичних даних, які б відображали споживання деревини деревообробною промисловістю та ефективність її переробки (відношення обсягу виробленої продукції до обсягу спожитої деревини), здійснювалась не на основі запропонованої методики, а базуючись на статистичних даних про загальний обсяг вторинних лісових відходів, що продукуються деревообробними підприємствами в Україні (BEE Data Handbook). Головними причина-

ми такої ситуації можна вважати наступне: наявність численних лісокористувачів в Україні (міністерства, відомства тощо – усього понад 50), які часто мають власні переробні підприємства, які не представляють достатньо повних даних статистичної звітності; падіння внутрішнього ринку лісоматеріалів протягом останніх двох років; переважання експортно-орієнтованих тенденцій у торгівлі лісовою продукцією. Саме тому використання базового методу, запропонованого у BEE Methods Handbook, за цих обставин ми вважаємо некоректним. Але при цьому, на чому наголошуємо, за наявності статистичних даних належної якості методи, описані у вищезазначеній методиці, могли б бути застосовані й в Україні. Теоретичний і технічний потенціали вторинних лісових відходів було розраховано для всіх областей, природно-кліматичних зон та для країни в цілому.

1.3. Потенціал лісової біомаси

Потенціали лісової біомаси було оцінено для всіх лісових земель України (насадження із зімкнутим наметом), площа яких становить 9,4 млн га, або 15,7 % території України. Теоретичний і технічний потенціали лісової біомаси складають 312,24 ПДж і 89,08 ПДж відповідно. Енергетичний потенціал за типами лісової біомаси наведено в табл. 1, 2 та представлено на рис. 4.

Таблиця 1

Потенціали первинних лісових відходів в Україні

Тип первинних лісових відходів	Теоретичний потенціал		Технічний потенціал	
	ПДж*	Мт**	ПДж	Мт
Відходи лісозаготівель	19,73	1,23	17,65	1,10
Відходи від рубок догляду	8,97	0,56	4,98	0,31
Разом	28,70	1,79	22,63	1,41

* 1 ПДж = 10^{15} Дж; ** Мт = 10^6 т (абсолютно сухий стан).

Таблиця 2

Потенціал лісової біомаси в Україні (станом на 2008 рік)

Тип лісової біомаси	Теоретичний потенціал		Технічний потенціал	
	ПДж	Мт	ПДж	Мт
Стовбурова деревина	263,72	14,7	49,95	2,79
Первинні лісові відходи	28,70	1,79	22,63	1,41
Вторинні лісові відходи	19,82	1,11	16,50	0,92
Разом	312,24	17,6	89,08	5,12

В інших регіонах ситуація з транспортною мережею дещо краща. Але тут виникають проблеми технічного характеру, пов'язані з відсутністю промислових потужностей для ефективного використання енергетичного потенціалу лісів. Беручи до уваги віковий розподіл лісів України, слід зауважити, що в найближчі 10 років різко зростатиме частка стиглих насаджень, що призведе до збільшення наявних обсягів лісової біомаси для отримання енергії. Таким чином, Україна повинна бути готова до таких позитивних змін. У цьому випадку слід удосконалити й привести до належного стану наявну законодавчу базу, а також подбати про наявність технологічних потужностей, які б дозволили ефективно використати ці потенціали лісової біомаси.

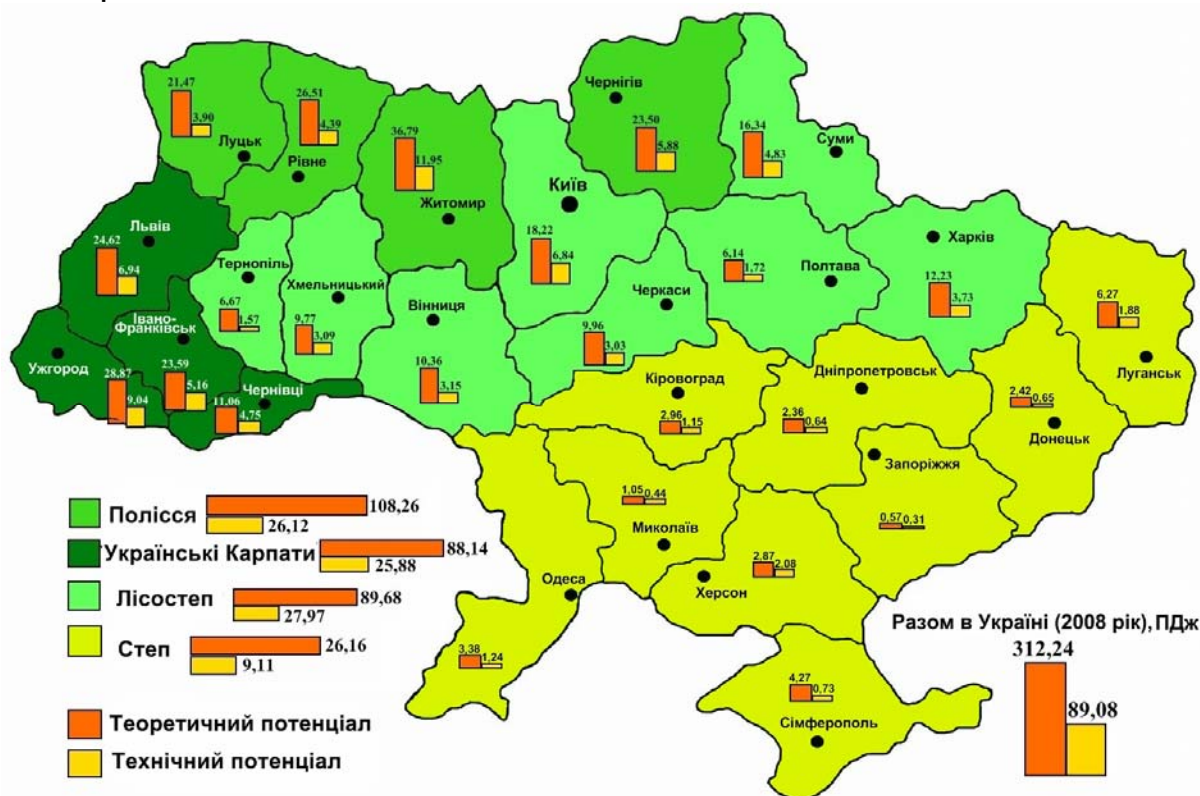


Рис. 4. Потенціали лісової біомаси в Україні (2008 р.)

Для перевірки дієвості гармонізованої Європейської методики оцінки потенціалів лісової біомаси було виконано паралельну оцінку з використанням альтернативного повидільного методу, який базується на залученні повидільної бази даних „Лісовий фонд України” ВО „Укрдержліспроект”. За модельне лісгосподарське підприємство у межах здійснення зазначеної оцінки слугувало Державне підприємство „Добржанське лісове господарство” Чернігівської області. Одержаний потенціал лісової біомаси вказаного підприємства був екстрапольований на рівень області з використанням відповідних співвідношень за запасом та площею лісів.

Результати розрахунку теоретичного і технічного потенціалів, обчислених за методикою, наведеною вище, представлені в табл. 3 і 4. Із

аналізу отриманих показників альтернативного повидільного оцінювання можна зробити висновок, що базовим статистичним методом (BEE Methods Handbook) забезпечується досить високий рівень точності (незважаючи на те, що в його основі знаходяться узагальнені статистичні дані), тому він може застосовуватися як для національного, так і регіонального рівнів оцінювання. Однак за наявності достатньо детальних вихідних даних можна використовувати і більш досконалі методи.

Таблиця 3

Результати оцінювання потенціалів лісової біомаси у ДП «Добрянське лісове господарство» на базі повидільного методу (2008 р.)

Тип лісової біомаси	Теоретичний потенціал		Технічний потенціал	
	ПДж	Мт	ПДж	Мт
Стовбурова деревина	1,18	0,066	0,23	0,013
Первинні лісові відходи	0,14	0,009	0,13	0,008
Вторинні лісові відходи	0,12	0,007	0,11	0,006
Разом	1,44	0,082	0,47	0,027

Таблиця 4

Порівняння результатів оцінювання потенціалів лісової біомаси за допомогою базового статистичного методу (BEE Method Handbook) та альтернативного повидільного методу у Чернігівській області (2008 р.)

Тип лісової біомаси	Теоретичний потенціал				Технічний потенціал			
	базовий статистичний метод (Handbook)		альтернативний повидільний метод		базовий статистичний метод (Handbook)		альтернативний повидільний метод	
	ПДж	Мт	ПДж	Мт	ПДж	Мт	ПДж	Мт
Стовбурова деревина	20,10	1,124	15,31	0,856	2,85	0,159	2,90	0,162
Первинні лісові відходи	1,80	0,112	1,76	0,109	1,70	0,106	1,69	0,105
Вторинні лісові відходи	1,60	0,089	1,54	0,081	1,34	0,075	1,36	0,076
Разом	23,50	1,325	18,61	1,046	5,88	0,340	5,96	0,343

Різниця в оцінках теоретичного потенціалу за результатами використання двох методів складає орієнтовно 20% і пояснюється тим, що під час застосування повидільного методу точніше обліковано категорії земель лісового фонду. Це виключає будь-яку можливість заготівлі деревини для задоволення енергетичних потреб на природоохоронних землях, або землях, де пріоритетним є захисне значення лісів. Близькі

результати, які було отримано при оцінюванні технічного потенціалу, можуть бути пояснені використанням в обох методах реальних обсягів лісозаготівель.

Повидільний метод, застосований під час проведення розрахунків, має більше практичне значення, оскільки дозволяє робити довгострокові прогнози потенціалів лісової біомаси (у разі наявності моделей росту і продуктивності деревостанів для основних лісотвірних порід), тоді як базовий статистичний метод дозволяє отримати національні або регіональні оцінки тільки станом на певний рік, для якого наявні статистичні дані. Недоліком повидільного методу порівняно з базовим статистичним методом є обмежений доступ та можливості використання лісовпорядної інформації.

1.4. Особливості реалізації енергетичного потенціалу у лісовому господарстві

На даний час в Україні вже створена певна законодавча база щодо виробництва та споживання енергії, виробленої з відновних джерел. У 2009 році Верховна Рада України ухвалила Закон „Про альтернативні види палива”, який забезпечує всі необхідні законодавчі передумови та економічні стимули для впровадження сучасних технологій використання лісової біомаси для задоволення енергетичних потреб. Одночасно, за дорученням Кабінету Міністрів України, 25 мільйонів гривень (близько 2,5 млн євро) було виділено зі стабілізаційного фонду на закупівлю 10 технологічних комплексів для збирання і переробки відходів лісозаготівель та дерев малого діаметра на паливні пелети, а також їх транспортування до споживача (ТЕС регіонального і місцевого значення). Прийняття таких законів засвідчує, що питання використання лісової біомаси для задоволення енергетичних потреб сьогодні є пріоритетним напрямом національної політики. Кабінет Міністрів України нині намагається створити низку законодавчих і економічних передумов з метою розвитку використання біомаси для енергетичних цілей.

Разом із тим, економічні реалії і, зокрема, вплив світової фінансової кризи не створюють сприятливих умов для збільшення масштабів використання вторинних лісових відходів як біопалива. В Україні на сьогодні відсутні великі деревообробні підприємства, де могли б накопичуватися значні обсяги відходів деревопереробки, тоді як витрати на логістику при співпраці з численними середніми і малими підприємствами занадто високі і зменшують потенційну рентабельність виробництва деревного твердого біопалива.

Після реформування економіки в Україні працюють лише кілька деревообробних підприємств, здатних обробляти 25 000 кубометрів деревини на рік і більше. Причинами цього є, зокрема, низька лісис-

тість території країни (15,7%) (крім Карпат і Полісся), скорочення імпорту лісу з Росії, високий рівень фрагментації лісів, погіршення стану лісової інфраструктури тощо. Всі наведені фактори відіграють негативну роль при впровадженні сучасних технологій виробництва різноманітних видів біопалива, таких як деревні гранули (пелети), брикети і рідке біопаливо. Зважаючи на це, організація великих деревообробних підприємств з щорічним обсягом переробки понад 100 тис. кубічних метрів деревини і виробництво сучасних видів біопалива з відходів повинні бути затверджені як стратегічні напрями розвитку деревообробної галузі. Важливою умовою цього виду виробництва має бути створення замкнутого технологічного циклу переробки деревини, починаючи з лісозаготівель і закінчуючи переробкою відходів на гранули (пелети) або інший вид біопалива. Виробничий процес повинен починатися з лісової ділянки і лісової дороги, включаючи всі логістичні та інші етапи, які б гарантували високу економічну ефективність, низькі витрати виробництва і, врешті-решт, високу цінову конкурентоспроможність порівняно з нафтою і газом.

Система інформаційних, законодавчих і технологічних заходів у лісовому господарстві та деревообробній промисловості, у тому числі опрацьованих у процесі виконання цього проекту, сприятимуть сталому зростанню частки відновлювальної енергії з лісової біомаси у виробництві промислової продукції.

2. БІОМАСА СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

2.1. Сучасний стан сільськогосподарського виробництва

Площа земель України становить 60,35 млн га, з них 70% – це сільськогосподарські угіддя, 15,7% – вкриті лісовою рослинністю лісові ділянки, інші (понад 10%) – землі житлового фонду, промислові, рекреаційні, землі запасу тощо. Сектор сільського господарства забезпечує країні 23,1% робочих місць, проте охоплює лише 6,5 % ВВП.

Висока родючість ґрунтів дає можливість вирощувати різні види сільськогосподарських культур. Україна відзначається сприятливим кліматом для вирощування злакових на території всієї країни та відповідними кліматичними умовами для посівів кукурудзи і сої на сході. Серед усіх європейських країн Україна лідирує у вирощуванні цукрових буряків, гречки та моркви, посідає друге місце з вирощування пшениці (після Росії) і томатів (після Польщі). Вигідне географічне розташування України серед країн Європи сприяє веденню торгівлі: близькість до Чорного моря забезпечує легкий доступ до країн західної Європи, Китаю.

Українські фермери використовують різні схеми сівозмін. Деякі з них включають чотири культури і більше, інші – лише дві. Серед озимих культур переважають шестирічні сівозміни: два сезони – сівба пшениці, один рік – чисті пари (час, коли жодна з культур на даній площі не висівається). Головною причиною введення у сівозміни періоду чистих парів є поповнення ґрунту запасами вологи. Тому й застосовується вони найчастіше в південно-східних регіонах України, де трапляються засухи.

На виробництві зернових та олійних культур спеціалізуються великі сільськогосподарські підприємства, засновані під час реструктуризації аграрного сектору в квітні 2000 року. Навпаки, майже 90% овочів і практично вся картопля країни вирощується на приватних присадибних ділянках. Середній розмір сільськогосподарського підприємства досягає 1000 га землі і більше. Зміни в обсягах виробництва деяких сільськогосподарських культур протягом двох останніх десятиліть представлені в табл. 5-8.

Таблиця 5

Виробництво пшениці

Показник	Рік							
	1995	2000	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Посівна площа, тис. га	5509	5619	2828	5674	6665	5583	6288	7116
Площа, з якої зібрано врожай, тис. га	5479,4	5161,6	2456,4	5533,7	6571,0	5511,0	5951,3	7053,6
Врожайність, 100 кг·га ⁻¹	29,7	19,8	14,7	31,7	28,5	25,3	23,4	36,7
Виробництво, тис. т	16273,3	10197,0	3599,3	17520,2	18699,2	13947,3	13937,7	25885,4

Таблиця 6

Виробництво соняшнику

Показник	Рік							
	1995	2000	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Посівна площа, тис. га	2020	2943	4001	3521	3743	3964	3604	4306
Площа, з якої зібрано врожай, тис. га	2007,6	2841,6	3810,0	3427,0	3689,1	3911,7	3411,4	4279,5
Врожайність, 100 кг·га ⁻¹	14,2	12,2	11,2	8,9	12,8	13,6	12,2	15,3
Виробництво, тис. т	2859,9	3457,4	4254,4	3050,1	4706,1	5324,3	4174,4	6526,2

Таблиця 7

Виробництво цукрових буряків

Показник	Рік							
	1995	2000	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Посівна площа, тис. га	1475	856	773	732	652	815	610	380
Площа, з якої зібрано врожай, тис. га	1448,5	747,0	665,6	696,5	623,3	787,6	577,0	377,2
Врожайність, 100 кг·га ⁻¹	204,7	176,7	201,2	238,3	248,2	284,7	294,2	356,2
Виробництво, тис. т	29650,4	13198,8	13391,9	16600,4	15467,8	22420,7	16977,7	13437,7

Таблиця 8

Виробництво рису

Показник	Рік							
	1995	2000	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Посівна площа, тис. га	22	26	22	21	21	22	21	20
Площа, з якої зібрано врожай, тис. га	22,0	25,2	22,4	21,3	21,4	21,6	21,1	19,8
Врожайність, 100 кг·га ⁻¹	36,4	35,6	37,5	37,7	43,4	46,0	51,1	50,9
Виробництво, тис. т	80,1	89,7	84,0	80,4	93,0	99,5	108,0	100,8

Україна, будучи потужним виробником зерна, є одним з шести найбільших у світі експортерів і постачає продукцію до 80 країн світу. Зростання світових цін на зерно допоможе зробити цей експорт ще більш життєздатним. У 2008 році валовий збір зернових культур становив 53,3 млн тонн. Країна є також найбільшим експортером соняшникової олії і має значний потенціал у виробництві та експорті ріпаку.

Сільське господарство України розвивалося з моменту набуття країною незалежності у 1991 році, після розпаду Радянського Союзу. Державні та колгоспні господарства було офіційно відмінено у 2000 році. Власність цих господарств була поділена між робітниками у вигляді земельних ділянок. Більшість нових акціонерів у свою чергу віддали одержані землі під оренду в новостворені приватні сільськогосподарські об'єднання. Раптова втрата державних сільськогосподарських субсидій справила величезний вплив на всі аспекти українського сільського господарства. У зв'язку з постійним зниженням поголів'я худоби, структура посівних площ суттєво змінилася: частка земель, зайнятих кормовими культурами знизилася з 37% у 1990 році до 10,1% у 2008 році, а частка земель під технічними культурами зросла від 11,6% у 1990 році до 25,0% у 2008 році (рис.5).

Перехід аграрного сектору з командної економіки на ринково-орієнтовну систему впровадив елемент фінансової відповідальності та підштовхнув керівників підприємств до впровадження заходів щодо підвищення ефективності їх роботи. Нині вибір культури, внесення добрив, методи збору врожаю, зберігання зерна та всі інші аспекти управління фермерським господарством визначаються у напрямі підвищення його прибутковості.

Сільське господарство в Україні переживає процес, в якому збиткові, як правило, дрібні господарства або згортають свою роботу, або приєднуються до більш успішних, великих господарств.

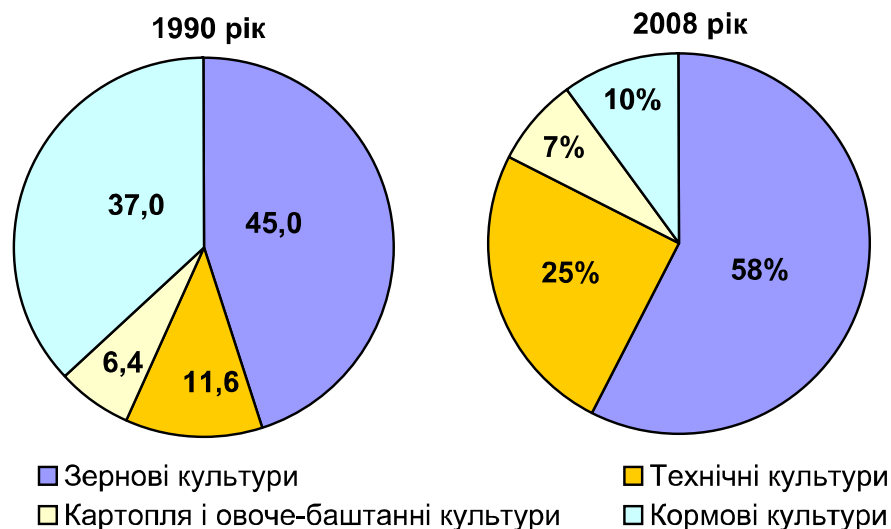


Рис. 5. Зміна структури посівних площ основних сільськогосподарських культур

Тваринництво в Україні охоплює такі важливі галузі, як скотарство, свинарство, птахівництво і вівчарство. Потужний сектор економіки за колишніх радянських часів наразі випробовує на собі різкі зміни останнього десятиліття. Особливо це стосується великої рогатої худоби, вирощування якої є найбільш важливою галуззю тваринництва в Україні: з 2000 року поголів'я худоби постійно скорочується і лише за останні два

роки можна помітити деякі тенденції до його стабілізації (рис. 6). Свинарство є другою за величиною галуззю тваринництва в Україні. Наразі поголів'я свиней знаходиться на рівні 2000 року зі зростаннями та падіннями, які були характерними для цього семирічного періоду (рис. 7).

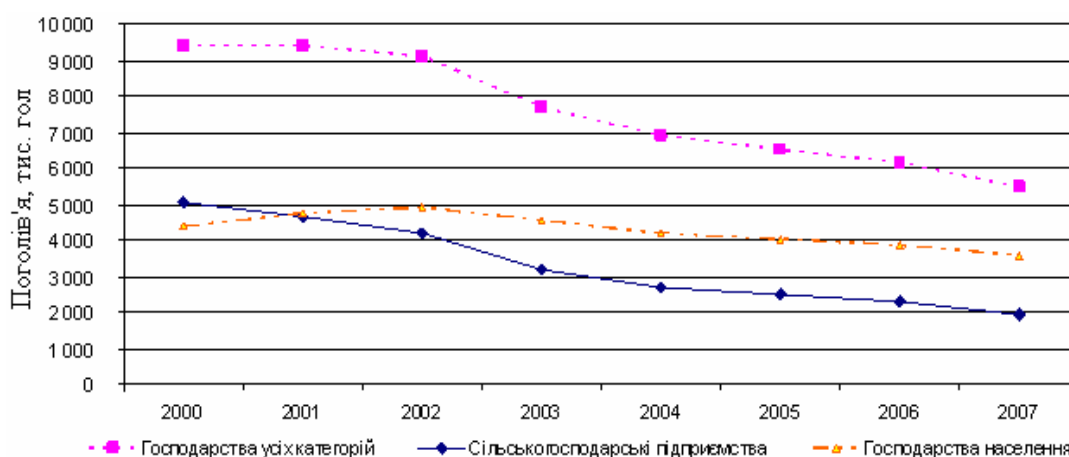


Рис. 6. Динаміка зміни поголів'я ВРХ за категоріями господарств в Україні

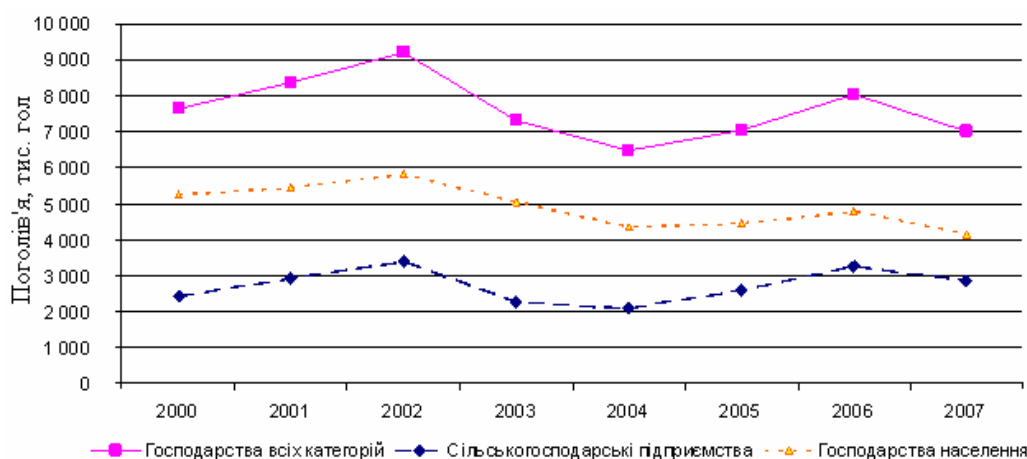


Рис. 7. Динаміка зміни поголів'я свиней за категоріями господарств в Україні

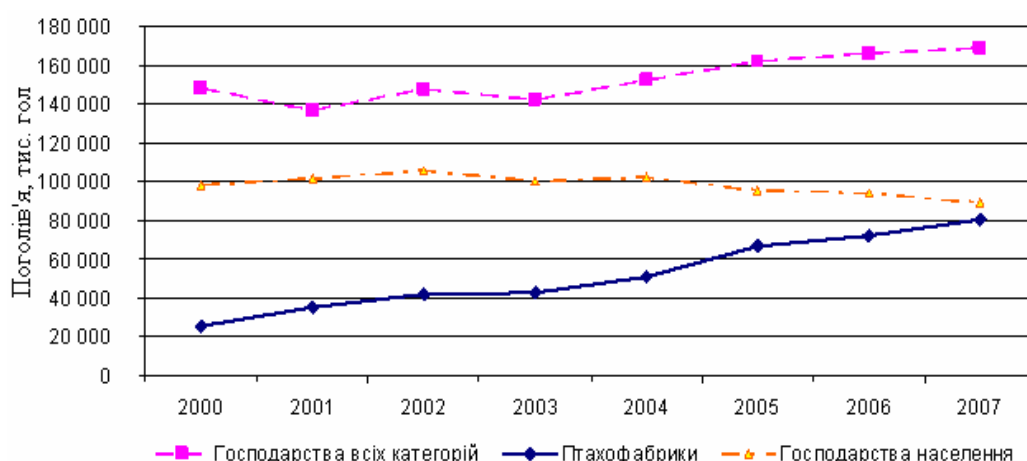


Рис. 8. Динаміка зміни поголів'я птиці за категоріями господарств в Україні

Позитивні тенденції відзначаються в птахівництві, насамперед відносно птахофабрик. Починаючи з 2000 року, спостерігається стабільне підвищення чисельності поголів'я птиці (рис. 8). Враховуючи наведені вище

фактори, можна очікувати зростання обсягів накопичення гною та, як наслідок, підвищення потенціалу виробництва біогазу в найближчі роки.

2.2. Методологія розрахунку потенціалів біомаси сільського господарства: ресурсно-орієнтований статистичний метод

Відповідно до визначення, наведеного в методичних вказівках (Methods Handbook) проекту ВЕЕ:

- *Первинні відходи сільського господарства (ПВ)* – це ті матеріали, які залишаються на полях як побічні продукти після збору врожаю первинних сільськогосподарських культур. Вони складаються із соломи злакових культур та ріпаку, стебел соняшнику і кукурудзи.
- *Вторинні відходи сільського господарства (ВВ)* – являють собою специфічний вид відходів та включають різноманітні види біомаси. Кількість ВВ зростає в процесі підготовки продукції сільського господарства до виробництва продуктів харчування чи кормів. Це жом цукрових буряків, лушпиння соняшнику, рису, горіхова шкаралупа, відходи кавових і квасолевих бобів та інші види біомаси подібного типу.
- *Гній* – являє собою органічну речовину, яка використовується як органічне добриво в сільському господарстві. Відходи тваринництва включають як гній з дворів ферм, так і гній рідкого змиву.

2.2.1. Первинні відходи сільського господарства

Найважливішим видом первинних відходів сільського господарства, доступним для енергетичного використання, є солома. Її отримують після збору врожаю в основному злакових або інших однорічних лігноцелюлозних культур. Параметрами, які впливають на потенціал соломи, доступної для енергетичного використання, є площа земель, покритих тією чи іншою культурою, та кількість соломи на одну тонну зібраної культури. Паралельне використання соломи для інших цілей (підстилка для худоби, грубий корм) знижують її енергетичний потенціал.

Оцінка потенціалу первинних відходів сільського господарства виконувалась на основі ресурсно-орієнтовного статистичного методу, описаного в методичних вказівках проекту ВЕЕ. Його застосування дає можливість підрахувати теоретичний та технічний потенціал біомаси. Даними, необхідними для здійснення підрахунків за статистичним методом, є: посівна площа культури (га), виробництво культури ($t \cdot га^{-1}$), відношення величини відходів до величини збору культури, доступність відходів, враховуючи наявну систему збору врожаю, критерій сталості (відмінний для кожного регіону) та споживання тих чи інших відходів тваринним господарством (відрізняється для кожної області). Джерела всіх перерахованих вище даних представлені у методичних вказівках проекту ВЕЕ. Разом із тим, у брошурі наведені значення не тільки в цілому для країни, а й за окремими областями.

Під час підрахунку потенціалу первинних відходів сільського господарства розглядалися наступні види культур:

- ✓ пшениця;
- ✓ ячмінь;
- ✓ кукурудза на зерно;
- ✓ інші зернові загалом (жито, овес, просо, гречка, рис);
- ✓ ріпак;
- ✓ соняшник.

2.2.2. Вторинні відходи сільського господарства

Вторинні відходи сільського господарства виробляються та нагромаджуються на сільськогосподарських підприємствах, які обробляють сільськогосподарські культури для виробництва харчових продуктів та корму. Серед параметрів, які впливають на потенціал ВВ, можна виділити наступні: об'єм продукції, що підлягає обробці та величина відходів на одну тону культури. Конкурентним енергетичному споживанню вторинних відходів може бути їх використання як корм для худоби.

Оцінка енергетичного потенціалу ВВ виконувалась на основі ресурсно-орієнтованого просторового методу, описаного в методичних вказівках. Цей метод дозволяє провести розрахунки теоретичного і технічного потенціалів біомаси. Розрахунки базуються на обласних статистичних даних, що в подальшому наносяться на карту в просторово-явному вигляді. Окремі дані, які необхідні для здійснення цього методу, такі: фактичні об'єми обробки тієї чи іншої культури (т), відношення величини виробленої продукції до величини отриманих відходів, коефіцієнт доступності та використання відходів. Джерела всіх перерахованих вище даних наведені у методичних вказівках проекту ВЕЕ.

В умовах України розглядаються наступні типи вторинних відходів сільського господарства:

- ✓ жом цукрових буряків;
- ✓ лушпиння рису;
- ✓ лушпиння соняшнику.

2.2.3. Гній

Оцінка потенціалу відходів тваринництва проводилась із залученням статистичного методу. Цей метод дає змогу розрахувати лише теоретичний потенціал біомаси. Він базується на обласних статистичних даних, нанесених на карту у просторово-явному вигляді. Даними, які необхідні для здійснення згаданого методу, є (для різних видів тварин): кількість голів, кількість гною (т·гол.⁻¹) та вихід біогазу з гною (м³·т⁻¹). Джерела всіх перерахованих вище даних наведені у методичних вказівках проекту ВЕЕ.

Примітка. При проведенні оцінки коефіцієнт досяжності застосовується також для додаткового визначення технічного потенціалу біогазу з гною.

Для умов України розглядався гній наступних категорій тваринництва:

- ✓ велика рогата худоба;
- ✓ свинарство;
- ✓ птахівництво.

2.3. Потенціал біомаси у сільському господарстві

Результати оцінки потенціалу представлені в табл. 9 та на рис. 9-11. Одержані результати показують теоретичний і технічний потенціали біомаси, доступної для енергетичного використання (в ПДж).

Таблиця 9

Потенціал відходів сільського господарства в Україні (2008 р.)

Вид відходів сільського господарства	Теоретичний потенціал, ПДж	Технічний потенціал, ПДж
Первинні відходи	1135,52	415,05
Вторинні відходи	32,9	18,29
Гній (біогаз)	90,87	68,09
Разом	1259,29	501,43

Дані табл. 9 свідчать, що первинні відходи сільського господарства становлять лівову частку технічного потенціалу (83%). Наступними за величиною є біогаз з відходів тваринництва (14%) та вторинні відходи сільського господарства (4%). Розподілення відходів сільського господарства за територією країни насамперед залежить від величини посівних площ та наявної кількості худоби в області. Велика частка потенціалу припадає на центральні регіони країни.

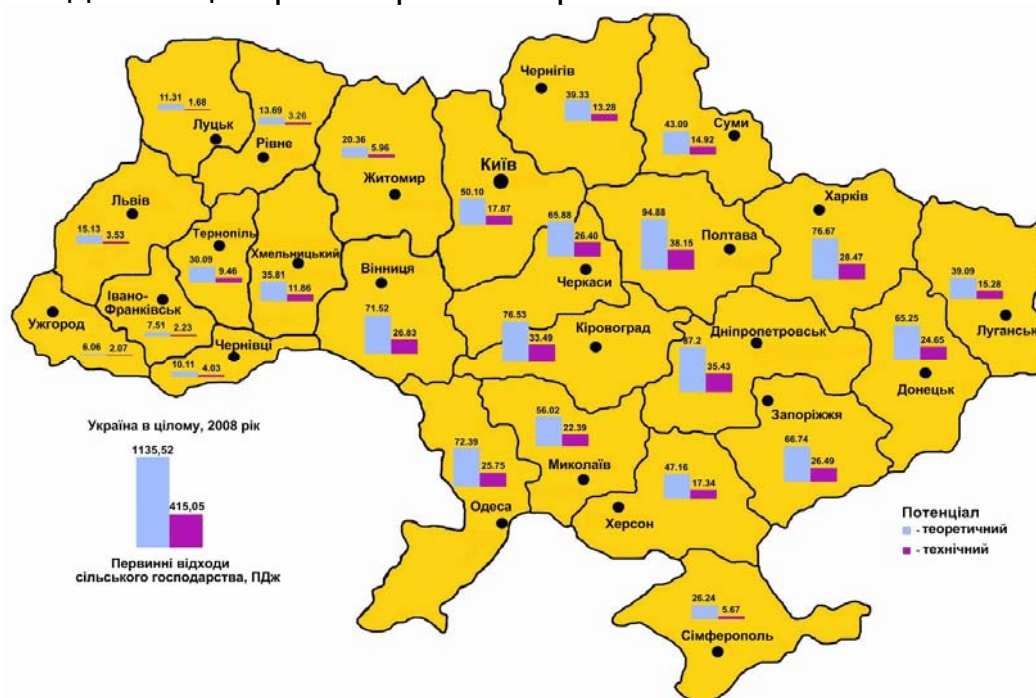


Рис. 9. Потенціал первинних відходів сільського господарства в Україні (2008 р.)

У цьому випадку можна виокремити наступні питання сталості: 1 – конкуренція між використанням відходів в енергетичних цілях та для тваринництва; 2 – можливість виснаження органічних і поживних речовин у ґрунті, через видалення залишку соломи з сільськогосподарських угідь. На ці питання зважають під час обчислення технічного потенціалу через врахування коефіцієнта сталості необхідності відходів для цілей тваринництва та коефіцієнта використання.

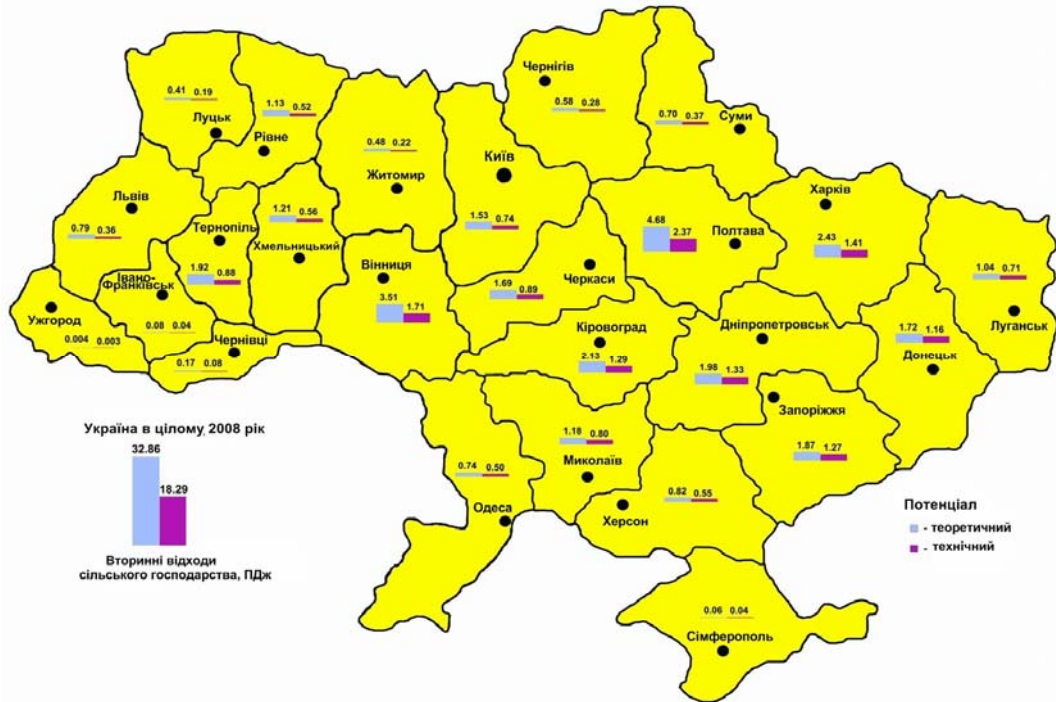


Рис. 10. Потенціал вторинних відходів сільського господарства в Україні (2008 р.)

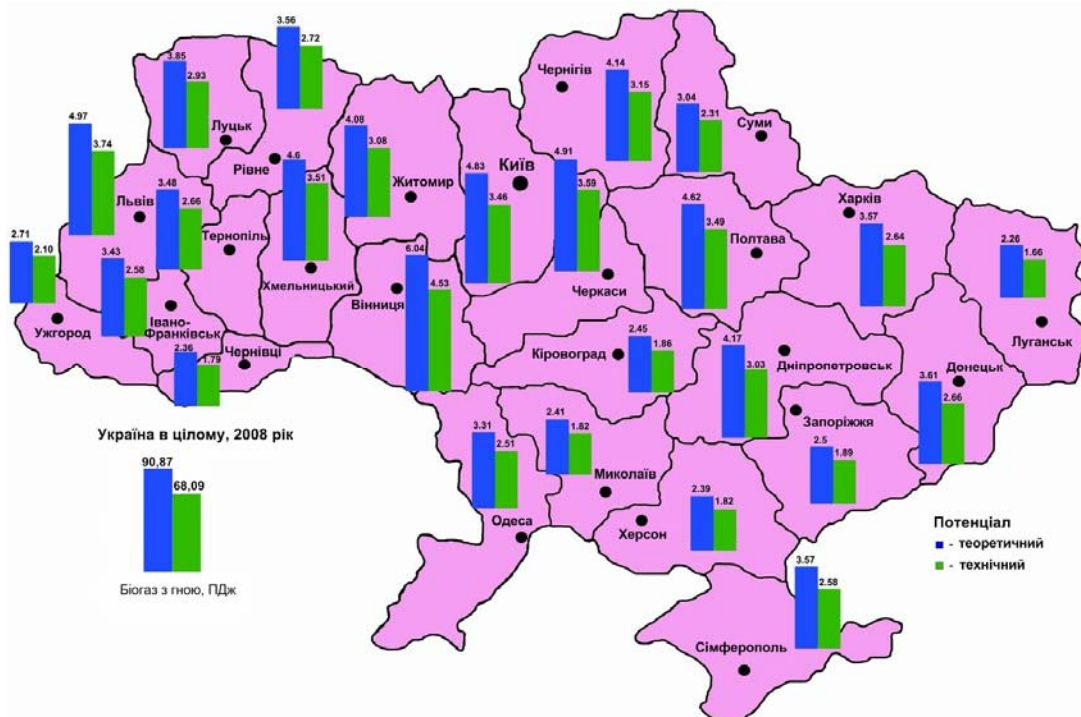


Рис. 11. Потенціал біогазу з гною в Україні (2008 р.)

2.4. Особливості реалізації енергетичного потенціалу у сільському господарстві

На даний час деяка кількість соломи, гною і лушпиння соняшнику також використовується для виробництва енергії, однак їхній внесок в енергетичний баланс Україні незначний. Більше ніж 60 соломоспалюючих котлів знаходяться в експлуатації на сільськогосподарських підприємствах та в школах сільської місцевості. Практично на всіх олійно-екстракційних заводах встановлені котли, які виробляють теплову енергію з лушпиння соняшнику. На трьох великих біогазових установках одержують електроенергію з гною. Крім того, низка установ та організацій уже мають кілька експериментальних плантацій з вирощування енергетичних культур. Проте поки що відсутнє офіційно організоване вирощування та використання згаданого виду біомаси. На майже 200 малих і середніх заводах виробляють гранули й брикети з деревних та сільськогосподарських відходів.

Одним з головних бар'єрів на шляху широкого використання соломи в енергетичних цілях є досить висока ціна соломоспалюючих котлів. Це стосується як котлів іноземного, так і вітчизняного виробництва. Нині на ринку виробників соломоспалюючого обладнання в Україні існує монополіст, який підтримує високий рівень цін, унаслідок чого це обладнання недоступне для більшості потенційних споживачів. Іншою важливою проблемою є перебої з постачанням соломи, оскільки в Україні ще не відпрацьована практика з підписання довгострокових контрактів на постачання біомаси. Відомо, що для власника котла на соломі завжди можливе виникнення проблем з постачанням сировини, якщо тільки він сам не є власником соломи.

Існує два способи вирішення цих проблем:

- впровадження 20% державної субсидії покупцям котлів на біомасі;
- створення компаній, які будуть спеціалізуватися на забезпеченні стабільних поставок біомаси споживачам.

3. ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ І РЕКОМЕНДАЦІЇ

У результаті проведених досліджень встановлено, що в Україні на 2008 рік теоретичний і технічний потенціали лісової біомаси в Україні становили 312,24 і 89,08 ПДж, сільськогосподарських відходів – 1259,29 і 501,43 ПДж відповідно. На даний час, технічний потенціал лісової біомаси складає майже 1,5% від загального споживання всіх видів енергії в Україні.

На сьогодні близько 30% технічного потенціалу деревної біомаси вже використовується для енергетичних потреб, насамперед для опалення паливними дровами індивідуальних житлових будинків та об'єктів соціальної інфраструктури в сільській місцевості; використання відходів деревини з метою отримання теплової енергії для технологічних потреб та опалення на деревопереробних підприємствах: виробництва деревних брикетів, пелет (паливних гранул), деревного вугілля, тощо. Понад 60% зазначених обсягів енергетичної деревної біомаси щорічно експортується (деревні брикети, пелети, паливна тріска, деревне вугілля, паливні дрова).

Слід також зазначити, що майже п'ята частина технічного потенціалу лісової біомаси у вигляді лісосічних залишків, відходів деревини на дрібних деревообробних підприємствах, деревних залишків у побуті, комунальній сфері згниває, викидається, вивозиться на смітники, спалюється або утилізується в інший спосіб без корисного ефекту.

Наразі для забезпечення раціонального використання енергетичного потенціалу лісової біомаси вкрай необхідні регіональні цільові програми заміщення викопних енергетичних ресурсів деревним біопаливом. При їх реалізації потрібно звернути увагу на вирішенні наступних питань:

- ✓ забезпечення заготівлі, збору, переробки та транспортування до котелень наявної деревної біомаси, яка утворюється на лісосіках головного користування і ділянках, пройдених рубками формування та оздоровлення лісів;
- ✓ створення плантацій з вирощування енергетичної деревини;
- ✓ забезпечення поступового поетапного збільшення обсягів планових лісозаготівель з урахуванням зміни вікової структури деревостанів головних лісотвірних порід;
- ✓ будівництво лісових доріг для забезпечення транспортного доступу до ресурсів деревної біомаси, особливо в гірських регіонах;
- ✓ забезпечення глибокої переробки деревини, що дозволить ефективніше використовувати лісосировинні ресурси та їх відходи.

Україна має досить великий потенціал сільськогосподарських відходів, які в основному складаються з соломи зернових і залишків переробки соняшнику та кукурудзи. На даний час менше 1% від потенціалу первинних сільськогосподарських відходів використовується в енергетичних цілях (спалювання в котлах, виробництво пелет і брикетів). Це спричинене слабко розвиненою інфраструктурою та недостатньою логістикою, що унеможливує надійне постачання сировини в межах України. Вказані фактори лімітують уведення в експлуатацію нових котельних установок, здатних працювати на соломі. Беручи до уваги нинішню ситуацію на ринку біомаси, очікується, що в найближчому майбутньому з'являться компанії, які спеціалізуються на постачанні біомаси кінцевому споживачеві. Як наслідок, можливе введення системи довгострокових контрактів і ширшого використання сільськогосподарських відходів для виробництва енергії.

Ситуація з вторинними сільськогосподарськими відходами набагато оптимістичніша, хоча їх технічний потенціал незрівнянно менший, ніж первинних сільськогосподарських відходів. Нині 77% з лушпиння соняшнику використовується в котлах, ще 20% спрямовується на одержання гранул (пелет). Майже всі заводи з виробництва рослинної олії використовують котли на біомасі для спалювання утворених у процесі переробки насіння відходів (лушпиння соняшнику).

Стосовно біогазу із гною, газів стічних вод, то думка експертів наступна: використання технічного потенціалу пришвидшиться після введення пільгових тарифів на електроенергію, вироблену з біогазу. Нині пільгові тарифи охоплюють біомасу, але не включають біогазу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Енергетичне використання біомаси лісів України в умовах глобальних змін клімату / П. І. Лакида, Р. Д. Василюшин, Л. М. Матушевич, С. В. Зібцев // Науковий вісник Національного лісотехнічного університету. – 2009. – Вип. 19.14. – С. 18–22.
2. Лакида П. І. Надземна фітомаса та вуглецево-енергетичний потенціал ялицевих деревостанів Українських Карпат : [монографія] / Лакида П. І., Василюшин Р. Д., Василюшин О. М. – Корсунь-Шевченківський : ФОР Гаврищенко В.М, 2010. – 240 с.
3. Лакида П. І. Еколого-енергетичний потенціал м'якодеревинних листяних лісів Українського Полісся / П. І. Лакида, Л. М. Матушевич, Р. Д. Василюшин // Наукові праці Лісівничої академії наук України: збірник наукових праць. – 2009. – Вип. 7. – С. 77–80.
4. Оцінка енергетичного потенціалу біомаси в Україні / Г. Г. Гелетуха Т. А. Железна, М. М. Жовмір [та ін.] // Промислова теплотехніка. – 2010. – Т. 32, № 6. – С. 58–65.
5. Биопродуктивность и энергетический потенциал лесов Украины / П. И. Лакида, А. М. Белоус, Р. Д. Василюшин [и др.] // Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 80-летию Института леса НАН Беларуси, 17-19 ноября. 2010 г. Гомель: тезисы докл. – Гомель : Институт леса НАН Беларуси, 2010. – С. 53–56.
6. Пристая А. Д. Лесохозяйственная политика развития древесной энергетики / А. Д. Пристая // Оборудование и инструмент для профессионалов. Деревообработка. – №3. – 2010. – С. 52–54.
7. BEE (2010). Harmonization of biomass resource assessments Volume I: Best practices and methods handbook. Enschede, The Netherlands, BTG Biomass Technology Group.
8. Earth Trends (2003). Web: http://earthtrends.wri.org/pdf_library/country_profiles/for_cou_804.pdf
9. EC (2003). European energy and transport trends to 2030. Directorate-General for Energy and Transport. Luxembourg, European Commission.
10. European Non-Food Agriculture (ENFA) Consortium (2008). Web: <http://www.fnu.zmaw.de/European-Non-Food-Agriculture.5700.0.html>
11. Fagnäs, L., Johansson, A., Wilén, C., Sipilä, K., Mäkinen, T., Helynen, S., Daugherty, E., den Uil, H., Vehlow J., Kåberger, T. and M. Rogulska (2006). Bioenergy in Europe: Opportunities and barriers. Bioenergy Network of Excellence (Bioenergy NoE). VTT Research Notes 2352.
12. Food and Agricultural Organization (FAO) (2006). The state of food and agriculture. Food aid for food security, Rome, Italy.
13. Food and Agricultural Organization (FAO) (2009). FAOstat database. Web: <http://faostat.fao.org/>
14. Lakyda P.I., Vasylyshyn R.D., Zibtsev S.V. Assessment of potentials of forest biomass in Ukraine // Education, research and innovations in forestry and park management in Ukraine in the context of regional and global challenges. – K, 2010. – P. 54-55.
15. Schneider, U.A., Balkovic J., De Cara S., Franklin, O., Fritz, S., Havlik, P., Huck, I., Jantke, K., Kallio, A.M.I., Kraxner, F., Moiseyev, A., Obersteiner, M., Ramos, C.I., Schleupner, C., Schmid, E., Schwab, D. and Skalsky, R. (2008). The European Forest and Agricultural Sector Optimization Model – EUFASOM. Paper prepared for the 16th annual Conference of the European Association of Environmental and Resource Economists (EAERE).
16. Smeets, E.W. et. al. (2009). A review and harmonization of biomass resource assessments. Proceedings for the Biomass Energy Europe Project. Web: <http://www.eu-bee.com/>
17. Smit, H.J., M.J. Metzger and F. Ewert (2008). Spatial Distribution of grassland productivity and land use in Europe. Agricultural Systems. 98: 208-219.

ЗМІСТ

ВСТУП	3
1. ЛІСОВА БІОМАСА	5
1.1. КОРОТКА ХАРАКТЕРИСТИКА ЛІСОВИХ РЕСУРСІВ	5
1.2. МЕТОДОЛОГІЯ РОЗРАХУНКУ ПОТЕНЦІАЛІВ ЛІСОВОЇ БІОМАСИ: РЕСУРСНО-ОРІЄНТОВАНИЙ СТАТИСТИЧНИЙ МЕТОД.....	7
1.2.1. <i>Стовбурова деревина.....</i>	8
1.2.2. <i>Первинні лісові відходи.....</i>	9
1.2.3. <i>Вторинні лісові відходи.....</i>	9
1.3. ПОТЕНЦІАЛ ЛІСОВОЇ БІОМАСИ.....	10
1.4. ОСОБЛИВОСТІ РЕАЛІЗАЦІЇ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ У ЛІСОВОМУ ГОСПОДАРСТВІ.....	13
2. БІОМАСА СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА	15
2.1. СУЧАСНИЙ СТАН СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА	16
2.2. МЕТОДОЛОГІЯ РОЗРАХУНКУ ПОТЕНЦІАЛІВ БІОМАСИ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА: РЕСУРСНО-ОРІЄНТОВАНИЙ СТАТИСТИЧНИЙ МЕТОД	18
2.2.1. <i>Первинні відходи сільського господарства.....</i>	19
2.2.2. <i>Вторинні відходи сільського господарства.....</i>	20
2.2.3. <i>Гній.....</i>	20
2.3. ПОТЕНЦІАЛ БІОМАСИ У СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ	21
2.4. ОСОБЛИВОСТІ РЕАЛІЗАЦІЇ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ У СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ.....	23
3. ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ І РЕКОМЕНДАЦІЇ	24
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	26

Підписано до друку: 19.05.2011. Формат 60x84 1/16.
Зам. № 3544/1 Наклад 100 прим.

Видавничий центр НУБіП України.
03041, Київ, вул. Героїв Оборони, 15.

Зав. Видавничим центром НУБіП України А.П.Колесніков

Партнери проекту Biomass energy Europe (BEE):



Universiteit Utrecht



CHALMERS



Universität Hamburg



METLA

Web-Address:

[http:// www.eu-bee.info](http://www.eu-bee.info)