

УДК 628.4.033:362.12

В.І. Д'яконов<sup>1</sup>, О.В. Дьяконов<sup>2</sup>, О.С. Скрипник<sup>1</sup>, О.Ю. Нікітченко<sup>1</sup><sup>1</sup> Харківський національний університет міського господарства ім. О.М. Бекетова, м. Харків<sup>2</sup> Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка

## ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНІ ПИТАННЯ УТИЛІЗАЦІЇ ОПАЛОГО ЛИСТЯ НА ТЕРИТОРІЯХ МІСТА

В статті розглядаються існуючі підходи до поводження з опалим листям в межах великих міст, дається еколого-економічна оцінка можливих утилізаційних заходів, пропонуються варіанти використання опалого листя в якості вторинної сировини.

**Ключові слова:** опале листя, скошена трава, паливо, рослинні відходи

### Постановка проблеми

Середовище життєдіяльності людини і природні ресурси становлять матеріальну основу як економічної, так і екологічної систем. Але традиційна економічна система враховує лише природні ресурси, як сировинну базу різних секторів економіки, тоді як екологічна економіка природокористування розглядає триєдиний процес використання, охорони та відтворення об'єднаних компонентів еколого-економічної системи – навколишнього природного середовища і природних ресурсів. Природокористування, як і взагалі увесь процес виробництва матеріальних благ, супроводжується не лише економічними затратами, а й екологічними ефектами: змінами у просторі та часі якості навколишнього середовища, кількості та якості природних ресурсів. Ці зміни можуть мати як позитивний, так і негативний характер. Відходи деревини – природний і неминучий продукт біологічного кругообігу життєвих матеріалів і енергії [1].

Екологічно важливою і практично не вирішеною в Україні є проблема раціональної утилізації листя, з дерев в міських парків, трави, гілок тощо. Природні процеси розкладання біомаси листя досить повільні і складають, в залежності від вологості середовища, більше двох років. Утилізація такої рослинної біомаси в сміттєнакопичувачах вимагає значних витрат, а спалювання призводить до забруднення атмосфери і заборонено чинним законодавством [2].

Метою статті є розгляд еколого-економічних питань використання відходів рослинного походження, а саме опалого листя, трави підприємствами лісопромислового комплексу України. Аналіз існуючих підходів до поводження з опалим листям в межах урбанізованих територій, та обґрунтування можливості використання опалого

листя в якості вторинної сировини, дає змогу запобігти або зменшити екологічний збиток та отримати економічну вигоду.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

Щорічно на території України утворюється до 1,7-1,9 млрд. тонн біомаси, енергія якої еквівалентна приблизно 1 млрд. тонн умовного палива. По оцінках експертів в енергетичних цілях в Україні вже сьогодні технічно можливо щорічно використовувати до 10,0 млн. т деревної біомаси, до 5,0 млн. т (по сухій речовині) органічних відходів, до 10 млн. т твердих побутових відходів міст і до 1,5 млн. т опадів комунальних стоків. Так по м. Харкові щорічно збирається опалого листя та скошеної трави приблизно 120,0 тис. куб. м. З одної сторони, це матеріал який несе економічний прибуток [3-7], з іншої – це сміття яке необхідно прибирати, тобто нести суттєві затрати. [8]

Проблеми раціонального використання та відтворення лісових ресурсів розглянуто в наукових працях таких вчених: Н.П. Анучін, А.П. Балаєнко, А.М. Бобко, П.В. Васильєв, Г.Г. Гелетуша [9], Поряд з цим, у наукових роботах зазначених авторів, публікаціях інших вчених не приділено належної уваги питанням економічних аспектів розвитку виробництва з урахуванням екологічної складової, зокрема з поводженням з опалим листям сухою травою набуває дедалі більшої актуальності та потребує подальших досліджень у цьому напрямі.

### Виклад основного матеріалу

На сьогодні в Україні прийнята наступна схема поводження з опалим листям: під керівництвом місцевих структур житлово-комунального господарства, в осінній період, проводиться збір листя (рис. 1) і, в найбільш оптимістичному варіанті, вивезення на полігони твердих побутових відходів; при найгіршому сценарії, в деяких

віддалених районах великих міст збір опалого листя не проводиться взагалі.

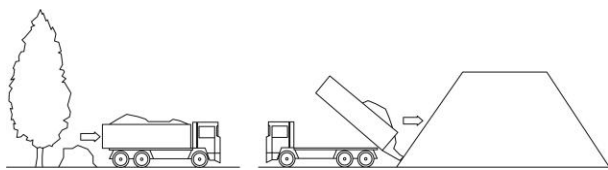


Рис. 1. Вивіз опалого листя на звалища твердих побутових відходів

У Москві підхід збереження опалого листя на місці утворення не є не знаком недбалості, а має законний характер відповідно до постанови уряду від 11 травня 2010 року № 386-ПП. Цією постановою, що розроблена Грінпіс Росія, запобігається деградація ґрунтів внаслідок прибирання листя в скверах, парках і лісопарках, а також забезпечується екологічне благополуччя територій (рис.2)

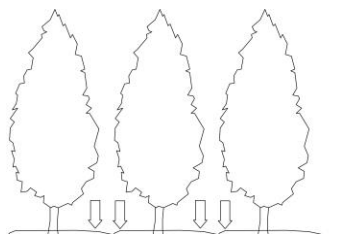


Рис. 2. Збереження опалого листя на місці утворення з метою запобігання порушення екологічного благополуччя території

Площа полігонів та звалищ на території України складає приблизно 6 тис. га, а їх кількість більше 3,5 тис., і більшість є об'єктами екологічної небезпеки. Утилізація опалого листя з території міста шляхом компостування з подальшим використанням для збагачення та рекультивациі земель паркової зони здійснюється лише частково. З більш ніж 120,0 тис м<sup>3</sup> компостується - тільки 24 500 м<sup>3</sup> або трохи більше тільки 20% від загального обсягу. В першу чергу, це пояснюється недостатньою виробничою потужністю існуючих компостних ділянок та відсутністю сучасних технологій. Загальна площа компостних ділянок, які розташовані на площах районних КП УЗН складають 19 400 м<sup>2</sup>.

З економічного та екологічного погляду метод польового прискореного компостування у стосах (буртах) на відкритих або закритих майданчиках спеціальних ділянок компостування (рис.) є найбільш привабливим. Середня виробнича потужність існуючих компостних ділянок КО «Київзеленбуд» складає 1,263 м<sup>3</sup> компосту на 1 м<sup>2</sup> площі ділянки на рік [10].

Максимальна потужність пропускної спроможності компостної ділянки (наприклад, у Печерському, Шевченківському, Оболонському КП УЗН) при діючих технологіях може досягати 3,5-4,0 м<sup>3</sup> компосту на 1 м<sup>2</sup> площі ділянки на рік.

При такій потужності на існуючих площах компостних ділянок можлива переробка до 70 000 м<sup>3</sup> або майже 60,0% загальної кількості відходів опалого листя та трави по місту Києву.

Таким чином, при існуючих виробничих потужностях та застарілих технологіях переробити усі відходи листя і трави, що утворюються у м. Києва неможливо. Навіть при максимальній інтенсивності переробки рослинних відходів (3,5 м<sup>3</sup> компосту на 1 м<sup>2</sup> площі ділянки) необхідно практично вдвічі збільшити площі для компостування або терміново впроваджувати сучасні технології переробки опалого листя та трави, такі, як біоконверсії відходів рослинного походження, вермикомпостування та інші.

За рахунок біоконверсії відходів рослинного походження можуть бути отримані - компост, добрива, метан, метанол, етанол, ацетон, бутанол, органічні кислоти, вітаміни, антибіотики, мікробний білок, продукти вермикультури - гумус, білковий корм для птиці - хробаки, ефективні стимулятори росту рослин типу «гумісол» тощо.

В міру насиченості ділянок засобами механізації цей метод дає можливість реалізовувати широку гаму різних технологій і режимів компостування, забезпечити високій рівень рентабельності та високу якість кінцевої продукції.

Типова ділянка компостування розрахована на виробництво до 10 тис. тонн компосту в рік (рис.3). Основна сировина рослинного походження: гілки дерев, листя, груба трава. Крім того, можуть використовуватись осади стічних вод (ОСВ) в кількості, необхідній для інтенсифікації процесу компостування (30-50% по масі) [11].

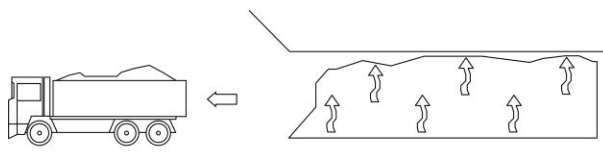


Рис. 3. Компостування рослинних відходів

Для прискореного компостування можуть використовуватись принципові схеми з двостадійною обробкою рослинних відходів з попереднім подрібненням, просіюванням, розміщенням компостної маси в закритих приміщеннях першої стадії компостування, переміщенням маси різними пристроями у відсіки для аерації та складування для дозрівання на другій

стадії компостування вже на відкритих майданчиках.

Питомі капіталовкладення для впровадження технології прискореного компостування вищі ніж при відкритому польовому компостуванні (26-30 грн./т), але час компостування скорочується до 1 - 1,5 місяця, що дає можливість значно зменшити площі, потрібні для компостних ділянок.

Прийнятною є також схема застосування виробництва компосту та його переробки за допомогою вермикультування з використанням червоних кільцевих хробаків.

Рослинні відходи урбанізованих територій вже зараз дуже поширено розглядають як джерело для альтернативної енергетики.

Використання опалого листя в якості енергетичної сировини [5] дозволяє одночасно вирішувати екологічні, соціальні, і економічні питання, адже реалізація проекту з видобування біогазу з опалого листя може стати альтернативою об'єктам традиційної енергетики, а розвиток біогазової індустрії вирішує проблеми зайнятості, та сприяє розвитку енергетичної інфраструктури (рис. 4).

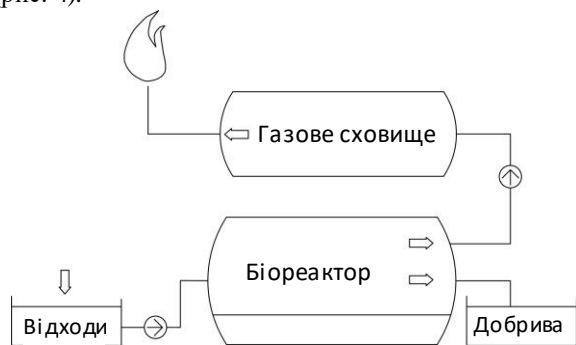


Рис. 4. Видобуток біопалива з відходів біологічного походження

Паливо на основі рослинних відходів дозволяє скоротити об'єми споживання традиційних джерел енергії газу та вугілля (рис. 5) [12]. Але при розробці та впровадженні таких матеріалів слід пам'ятати, що дим від горіння сухої трави і листя дуже шкідливий, оскільки містить у собі отруйні речовини (сполуки свинцю, ртуті та інших важких металів), які шкодять здоров'ю населення. При згорянні однієї тони рослинних залишків у повітря вивільняється біля 9 кг мікрочастинок диму, до складу якого входять пил, окиси азоту, чадний газ, важкі метали і низка канцерогенних сполук. У тліючому без доступу кисню листя виділяється здатен викликати у людини ракові захворювання бензопрен. Окрім того, з димом у повітря вивільнюються діоксини – одні з найотруйніших для людини речовин.

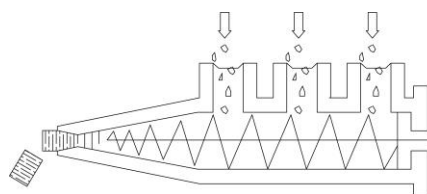


Рис. 5. Переробка опалого листя в брикети та пелети для опалення.

За допомогою гнучкої мобільної установки [13] процес переробки відходів можливо здійснити прямо на місці утворення, без затрат коштів на вивезення сировини, закінчуючи цикл переробки паливною продукцією – брикетами.

Окрім того існують шляхи використання рослинної сировини у якості сорбентів у випадках необхідності локалізації та збору розливів нафтопродуктів (рис. 6) [6].

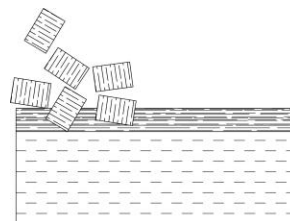


Рис. 6. Застосування рослинної сировини для локалізації та збору розливів нафтопродуктів

Поряд з традиційним використанням матеріалів з відходів деревини у волокнистих та стружкових плитах, альтернативним є дослідження у напрямку розробки плит на основі гіпсового зв'язуючого та добавки опалого листя (рис.7) [7].

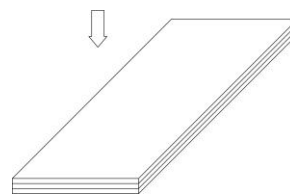


Рис. 7 Використання опалого листя для виготовлення волокнистих, стружкових та гіпсових плит.

Великі обсяги потенційного ресурсу викликають значний інтерес до напрямів можливого застосування. Енергетичний, екологічний, конструкційний та ін. шляхи використання рослинних відходів з урбанізованих територій міста, мають за собою прямий економічний прибуток.

## Висновки

Використання опалого листя є перспективним напрямом, а сама сировинна база не достатньо задіяною. Серед пріоритетних варіантів використання опалого листя, як вторинного ресурсу є компостування з подальшим отриманням біогазу і добрив.

Таким чином, розглянуті вище методи поводження з опалим листям дозволяють розглядати його в якості вторинної рослинної сировини, розширюють межі використання та застосування опалого листя з метою зменшення інтегрального екодеструктивного впливу на навколишнє середовище та подальшого отримання економічної вигоди.

## Література

1. Попик О.В. Еколого-економічні аспекти поводження з опалим листям на урбанізованих територіях / О.В. Попик // Економічні інновації: Зб. наук. пр. – Одеса: ІПРЕЕД НАН України, 2014. – Вип. 58. – С. 266-272
2. ЗУ «Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2020 року», від 21.12.2010 р.
3. Шалимов Н.А. Утилізація теплових ресурсів / Н.А. Шалимов // Причорноморський екологічний бюлетень. – 2011. – №3. – С. 128-130.
4. Сотник І.М. Еколого-економічні механізми мотивації ресурсозбереження. Монографія. / І.М. Сотник – Суми : ВВП «Мрія» ТОВ, 2008. – 330 с.
5. Єлізаров О. І. Отримання біогазу з опалого листя / О. І. Єлізаров, О. І. Лисенко, // Вісник КрНУ ім. Михайла Остроградського. – 2013. – №4. – С. 166-169.
6. Сорока М. Л. Перспективи применения опалых листьев для целей локализации и сбора разливов нефтепродуктов / М. Л. Сорока, Л. А. Ярышкіна // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2013. – №1/6. – 37-41.
7. Сорока М. Л. Опыт производства строительных гипсовых плит на основе опавшей листвы / М. Л. Сорока // Экология, рациональное природопользование и охрана окружающей среды: сборник статей по материалам III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Том I. – Красноярск: Лф СибГТУ – 2014 р. – 403с.
8. Трубіна М. В. Нормативно-правове та інституційне забезпечення управління відходами в Україні / М. В. Трубіна // Фінансове право. – 2013. – № 2. – С. 27-29.
9. Гелетуха Г.Г. Оцінка енергетичного потенціалу біомаси в Україні. – Ч. 1. Відходи сільського господарства та деревинна біомаса / Г.Г. Гелетуха, Т.А. Железна, М.М. Жовмір та ін. // Промислова теплотехніка. – 2010. – Т. 32. – № 5. – С. 58 – 65.
10. Програма утилізації рослинних відходів у м. Києві на 2007-2010 роки Режим доступу: [http://www.uazakon.com/documents/date\\_60/pg\\_gcncsr.htm](http://www.uazakon.com/documents/date_60/pg_gcncsr.htm)
11. Сазанова Е.Э. Способ утилизации органических отходов для получения биогаза в условиях города / Е.Э. Сазанова // «Проблеми збору, переробки та утилізації відходів», (25-26 жовтня, 2007, Одеса) Зб. матер. Конф. / відп. ред. В.М. Небрат – Одеса: ТОВ «ІНВАЦ» – 2007 р. – 200с.
12. Запорожець О. І. Паливо з біомаси на основі опалого листя / О. І. Запорожець, В. І. Савченко, Г. П. Карабцов,

А. К. Соловейкіна // Вісн. Нац. авіац. ун-ту. - 2010. - № 1. - С. 185-190

13. Дяконов В.І. Особливості функціонування гнучких технологій переробки рослинних та деревинних відходів / В.І. Д'яконов, Скрипник О.С., Д'яконов О.В. // Строительство, материаловедение, машиностроение: сб. научн. трудов. вып. 83, – Днепропетровск : ПГАСА, 2015. – С.113-117.

14. Д'яконов В.І. Утилізація рослинних і деревинних відходів паркової зони міста / В.І. Д'яконов, О.В. Д'яконов, О.С.Скрипник // Комунальное хозяйство міст: Наук.-техн. зб. / ХНУМГ ім. А. Бекетова. Х., – 2015. – Вип. 124. – С. 49-52.

## References

1. Popyk, O. V. (2014). *Ecological and economic aspects of the handling of fallen leaves in urban areas* Economic innovation. *Economic Innovation*, 58, 266-272.
2. *On basic principles (strategy) of the State Environmental Policy of Ukraine till 2020*, Pub. L. No. 2818-VI, 218 Cabinet of Ministers of Ukraine (Bulletin of Verkhovna Rada Ukraine 2010).
3. Shalimov, N. A. (2011). *Utilization of thermal resources*. *Cis-Black Sea Ecological Bulletin*, (3), 128-130.
4. Sotnyk, I. M. (2008). *Ecological and economic mechanisms of motivation resource*. Sumy: VVP «Mrija» TOV.
5. Yelizarov, A, & Lysenko, O. (2013). *Leaf litter biogas production*. *Bulletin of Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskiy National University*, 4, 166-169.
6. Soroka, M., & Yarishkina, L. (2013). *The prospects of using fallen leaves for the clean-up of oil spills*. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1/6, 37-41.
7. Soroka, M. (2014). *Experiments production of construction gypsum board based on fallen leaves*. In *Ecology, environmental management and environmental protection: A collection of articles based on III All-Russian scientific-practical conference with international participation (Vol. 2, pp. 364-367)*. Krasnoyarsk, Russia: Lesosibirskiy branch federal state budgetary educational institutions of higher education "Siberian State Technological University"
8. Trubina, M. (2013). *Regulatory and institutional support waste management in Ukraine*. *Finance Law*, (2), 27-29.
9. Geletukha, G. (2010). *Evaluation of the energy potential of biomass in Ukraine*. *Industrial Heat*, 32(5), 58-65.
10. *Program waste recycling plant in the city Kyiv for 2007-2010*. (n.d.). Retrieved May 24, 2016, from [http://www.uazakon.com/documents/date\\_60/pg\\_gcncsr.htm](http://www.uazakon.com/documents/date_60/pg_gcncsr.htm)
11. Sazanova, E. (2007). *A method of recycling organic waste to produce vermicompost in a city*. In *The problems of collection, processing and recycling of waste*. Odessa, Ukraine: Ltd. "INVATS"
12. Zaporozhets, O., V. Savchenko, G. Karabtsov, A. Soloveykina, and S. Karpenko. "Biomass Fuel Based on Dead Leaves." *Proceedings of the National Aviation University*, no. 1 (2010): 185-90.
13. Dyakonov, V., O. Skrypnyk, and O Dyakonov. "Features Functioning Flexible Technology of Processing Plant and Wood Waste." *Construction, Materials Science, Mechanical Engineering: Proc. Scientific Works*, no. 85 (2015): 113-117.
14. Diakonov, V. & Diakonov, O. & Skrypnyk O., (2015). *Disposal plant and wood residues parkland city*. *Scientific and technical collection is the Communal economy of cities (124)*, 49-52.

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. Харченко В. Ф.,  
Харківський національний університет міського  
господарства ім. О.М. Бекетова, Харків.

**Автор:** Д'ЯКОНОВ Василь Іванович  
кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри.  
Харківський національний університет міського  
господарства ім. О.М. Бекетова  
E-mail – dyakonov\_1953@mail.ru

**Автор:** Д'ЯКОНОВ Олексій Васильович  
пошукач.  
Харківський національний технічний університет  
сільського господарства імені Петра Василенка

**Автор:** СКРИПНИК Олена Сергіївна  
Харківський національний університет міського  
господарства ім. О.М. Бекетова, кандидат технічних  
наук, старший викладач.  
E-mail – elenaskripnik\_86@mail.ru

**Автор:** НІКІТЧЕНКО Ольга Юріївна  
кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри.  
Харківський національний університет міського  
господарства ім. О.М. Бекетова  
E-mail – nikitchenko-57@mail.ru

### ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ УТИЛИЗАЦИИ ОПАВШИХ ЛИСТЬЕВ НА ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА

В.И. Дьяконов, А.В. Дьяконов, Е.С. Скрипник, О.Ю. Никитченко

<sup>1</sup>Харьковский национальный университет городского хозяйства им. О.М. Бекетова, Харьков

<sup>2</sup>Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства имени Петра Василенко

*В статье рассматриваются существующие подходы к обращению с опавшей листвой в пределах крупных городов, дается эколого-экономическая оценка возможных утилизационных мероприятий, предлагаются варианты использования опавших листьев в качестве вторичного сырья.*

**Ключевые слова:** опавшие листья, скошенная трава, топливо, растительные отходы.

### ECONOMIC AND ECOLOGICAL ISSUES OF UTILIZATION FALLEN FOLIAGE IN CITY

V.I. Dyakonov, O.V. Dyakonov, O.S. Skrypnyk, O.Y. Nikitchenko

<sup>1</sup>O. M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv

<sup>2</sup>Kharkiv Petro Vasylenko National Technical University of Agriculture

*Human living environment and natural resources are basis material foundation of economic and ecological systems. The traditional economic system takes into account the natural resources as a base of different economic sectors; whilst ecological economics considers that applying is protection and reproduction the environment and natural resources. The paper treats approaches are handling the fallen foliage of large cities with ecological and economic evaluation the possible utilizing measures, put forward variants of applying fallen foliage. Aim is to consideration of utilization of plant origin waste in Ukraine cities for reduce the environmental damage and receive economic benefits. Composting is followed by the production of biogas and fertilizers is the priority of alternative applying fallen foliage as a secondary resource*

**Keywords:** fallen foliage, grass clippings, fuel, plant waste.