



УДК 004.94

**ДОСЛІДЖЕННЯ ПОТЕНЦІАЛУ БІОМАСИ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ РОСЛИН НА
ТЕРИТОРІЇ ВІННИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ**

Янович Віталій Петрович, д.т.н., доцент,
Полєвода Юрій Алікович, к.т.н., доцент,
Вінницький національний аграрний університет
Підлипна Марина Петрівна, асистент
Львівський національний аграрний університет

V. Yanovych, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor
Y. Polyevoda, PhD, Associate Professor
Vinnytsia National Agrarian University
M. Pidlypna, Assistant
Lviv National Agrarian University

У статті висвітлено потенціал біомаси сільськогосподарських культур на території Вінницької області. Застосовуючи дані супутникової системи моніторингу landsat 8 відібрані результати стану посівів сільськогосподарських культур за фазами вегетації на різних рівнях розвитку за величиною NDVI і пов'язані з надземною біомасою.

Ключові слова: сільське господарство, біомаса, сільськогосподарських культур, супутникова система моніторингу landsat 8.

Рис. 2. Лїг. 8.

1. Постановка проблеми

Україна володіє значними обсягами земельних ресурсів для ведення сільськогосподарського виробництва, що можуть бути використані для задоволення потреб суспільства та держави через задіяння у матеріальному виробництві. Планування та прогнозування використання земель у ринкових умовах надалі залишається актуальним завданням в процесі організації раціонального використання сільськогосподарської продукції та використання палива з біомаси. В рамках цього завдання великого значення набуває сільське господарство одна з основних галузей матеріального виробництва, здатна не лише забезпечити власні потреби, але й виробляти сировину. Біомаса є практично невичерпним джерелом енергії у сучасних умовах. Ситуація ускладнюється тим, що ефективність виробництва та використання палива з біомаси поки що є нижчою від ефективності застосування традиційних палив.

2. Аналіз попередніх наукових досліджень

Дослідженням наявного потенціалу біомаси в Україні займалися Гелетуша Г.Г., Кудря С.О., Сухін Є.І. та ін. Проблемам формування і ефективності використання сільськогосподарської сировини для виробництва біопалива присвячені праці Калетніка Г.М. [1], Гавриша В.І., Єранкіна О.О., Кириченко Б.Й., Шпичака О.М. та інших. Практично всі наявні дослідження енергетичного потенціалу сільськогосподарського походження є поділ біомаси на їх види, тому потрібна комплексна оцінка біомаси сільськогосподарського походження вимагає детального дослідження, що дасть реально оцінити можливості в цілому.

3. Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми

Обґрунтування передумов формування ринку біопалив та розробки ефективного виробництва біосировини можна вирішити за рахунок вирощування енергетичних олійних культур, так як значний відсоток посівних площ на ці потреби дозволять частково забезпечити АПК власним біопаливом. Серед сільськогосподарських відходів найбільший економічний потенціал мають відходи виробництва соняшника (стебла, кошики, лушпиння), потім йдуть відходи виробництва кукурудзи на зерно (стебла, листя, стрижні початків), солома зернових культур та солома ріпаку [2]. Для детального аналізу та реального прогнозування проростання вищезазначених культур на території Вінницької області можна використати дані супутника landsat 8 за допомогою програмного забезпечення ERDAS Imagine.



Завдяки доступному сервісу USGS (картографічна служба США), що дозволяє безкоштовно отримувати спектросональні знімки, які оновлюються кожен місяць [6]. Даний метод дозволяє миттєво аналізувати використання певних територій без значних затрат на дешифрування знімків та завжди мати актуальні (найсвіжіші) дані про території [3]. Це дасть можливість більш точно оцінити потенціал твердої біомаси наявної у сільському господарстві на значних територіях господарств, що є важливою передумовою для планування розвитку вітчизняного сектору відновлювальної енергетики.

4. Мета статті

Метою роботи є розробка геоінформаційного методу дистанційної оцінки стану посівів сільськогосподарських культур за фазами їх вегетації на основі використання супутникової системи моніторингу landsat 8.

5. Виклад основного матеріалу

Метод дистанційного зонування землі використаний для одержання оперативної інформації про визначення об'єктивного стану культур (кількісних і якісних змін посівів, одержання інформації щодо проведення обробок засобами хімізації) на великих площах. Використання поряд з цим даних наземних досліджень виступає обов'язковою умовою ефективного дешифрування аерокосмічних даних. Тому розробка показників та їхніх характеристик про стан сільськогосподарських культур на основі комплексу наземних спостережень і використання даних супутникової системи моніторингу landsat 8 та програмного інтерфейсу ERDAS Imagine є важливою складовою ефективного застосування аерокосмічних методів у дослідженнях агресурсів на території Вінницької області [7]. Наземні спостереження виступають цілісним комплексом характеристик, які включають специфічні ознаки культур у конкретних ґрунтово-кліматичних умовах з урахуванням фаз росту і розвитку культур, агротехнологій, аномальних явищ, впливу несприятливих факторів навколишнього середовища тощо. В основу даного дослідження покладено завдання визначення стану культур на основі наземних спостережень та серії мультиспектральних знімків протягом весняно-літнього періоду вегетації культур. Збір даних проводились в основні фази росту і розвитку досліджуваних культур синхронно з космічними зніманнями за допомогою Landsat 8, який вже став одним з найкращих джерел даних які використовуються у різних галузях та науці. Крім додавання свіжих повнокольорових зображень з Landsat 8 в MapBox можемо також використовувати мультиспектральні дані, які надає супутник. Дані з невидимих діапазонів спектра дозволяють нам аналізувати безліч різних аспектів, починаючи з типів поверхні, закінчуючи моніторингом зростання сільськогосподарських культур і природними катаклізмами по всьому об'єкту дослідження, іноді протягом декількох днів. Дослідження агресурсів значно залежить від строків одержання знімків у мультиспектральному діапазоні для вивчення змін відбивальної здатності посівів та визначення вегетаційних індексів.

Супутникова система моніторингу Landsat 8 ідентифікує червоний, зелений і синій сенсори як 4, 3 і 2 відповідно. Цифрова фотофіксація відтворюється у вигляді інтегрованої сукупності пікселів, які й утворюють базисну графічну сітку з стовбців і стрічок. Кожен піксель характеризується власною яскравістю від 0 до 255 ум. одиниць. Величина яскравості пов'язана зі здатністю земних об'єктів відблискувати сонячні промені та впливає на те, наскільки суттєво проявлятимуться на знімку відмінності в яскравості об'єктів отриманого результату, локальний максимум у зеленій і ближній інфрачервоній області спектру у рослинності, визначить ділянки спектру, в якій межі відмінності яскравості різних об'єктів найбільш суттєві. Різні ділянки сенсору 5 вимірює ближній інфрачервоний спектр або NIR (Near Infrared) насиченість біомаси сенсору покриває різні ділянки короткохвильового ІК або SWIR (shortwave infrared), дозволяють відрізнити суху землю і вологу, а також сніг і воду [4].

Якісна та територіальна ідентифікація отриманих матеріалів земельних угідь здійснюється або на основі адаптивного програмного забезпечення, що самостійно реалізує територіальний поділ на задану оператором кількість класів з подальшим визначенням його на досліджуваній місцевості, або на основі співставлення отриманого знімку з попередньо створеним оператором еталонного фотографічного полігону з якомога більшою варіацією територіальних особливостей.

За допомогою комбінації діапазонів 7-5-1 Landsat 8 можливість оцінити локальний максимум в зеленій і ближній інфрачервоній області спектру в рослинності, визначить ділянки спектру, в якій

межі відмінності яскравості різних об'єктів найбільш суттєві [4]. Різні ділянки діапазонів дозволяють відрізнити суху землю від вологої, а також ґрунти, які виглядають схоже в інших діапазонах, але відрізняються в SWIR інфрачервоного діапазону. Завдяки технічній комбінації діапазонів 7-5-1 в якому SWIR використовується замість червоного каналу, NIR замість зеленого і темно-синій замість синього отримуємо повнокольорове зображення рис.1 [5].



Рис. 1. Стан земель сільськогосподарського призначення

Оскільки вода в листі здорових рослин відображає її, один з найпоширеніших індексів для вирішення завдань, що використовують кількісні оцінки рослинного покриву, дозволяють нам вимірювати ступінь здоров'я рослин точніше, ніж якщо б ми просто оцінювали видиму зелень. Порівнюючи з зображеннями інших діапазонів, ми отримуємо індекси NDVI (Normalized Difference Vegetation Index – нормалізований відносний індекс рослинності – простий кількісний показник кількості фотосинтетичної активної біомаси (вегетаційний індекс). Наглядно бачимо розподіл рослинності, контури стають чіткими. На угіддях дослідженої території вирощуються різні культури відповідно рівня ділянки спектру вегетаційного індексу, тобто показника кількості фотосинтетично активної біомаси. Досліджуємо ріст культур, які мають найвищий економічний потенціал: пшениця озима, ріпак озимий, кукурудза на зерно, соняшник. На ділянках фіолетового та рожевого кольору ще непроросли культури (кукурудза на зерно, соняшник). Дослідимо суттєві відомості, як місткість вологості у ґрунті, завдяки цьому можна спрогнозувати розвиток культур в подальшому. Незначна вологість ґрунту відображається від рожевого кольору до фіолетового в залежності від місткості вологи у ґрунті. Отже, досліджувана ділянка забезпечена вологою повноцінно, що дасть позитивний розвиток культури в подальшому. Ідентифікація різних груп культур дає можливість спрогнозувати стрімке наростання біомаси протягом весняно-літнього періоду. Контроль над станом сільськогосподарських посівів надає можливість оцінити схожість, раннє прогнозування характеристик врожайності досліджуваних культур на базі поточного стану посівів. Після перезимівлі стан озимих культур переважно оцінюється по розбіжностям у кольорі здорових і загиблих рослин. По даному об'єкту дослідження можна зробити висновки про сприятливі умови розвитку озимих посівів. Оцінювання інформативності гіперспектральних аерокосмічних знімків дозволяє прогнозувати можливість різних комбінацій спектральних каналів сенсорів при розширенні тематичних завдань, а також оптимізувати склад інформативних спектральних каналів, покращуючи ж показники якості і оперативності інтерпретації матеріалів в цілому [5]. Для проведення подальшого дослідження дозрівання посівів культур вибираємо весняно-літній період оскільки це дає змогу оцінити повністю культури, які ми досліджуємо (пшениця озима, ріпак озимий, кукурудза на зерно, соняшник). На рис. 2. оцінимо ступінь дозрівання сільськогосподарських культур. Для полегшення візуальної задачі оператора, можна скористатися можливістю побудови автоматичного SPECTRAL PROFILE культур протягом їх зростання та зігрівання.

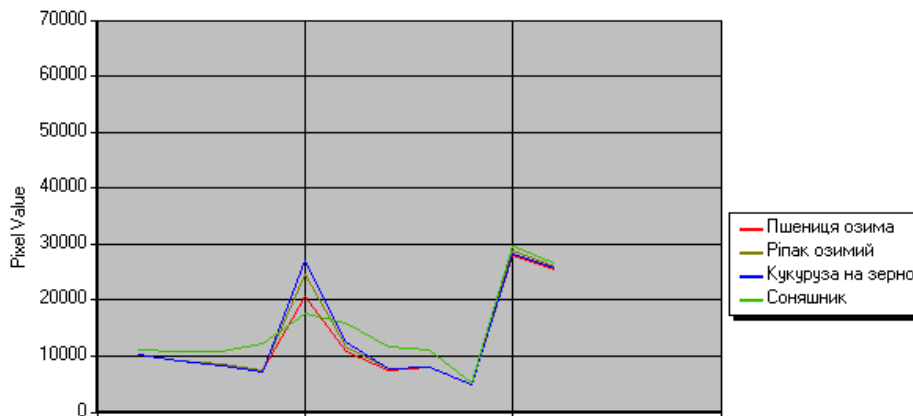


Рис. 2. Спектральний профіль

Маючи знімки різного періоду проростання культур, можна оцінити, як змінюється спектральна фотосинтетична активність біомаси рослинності протягом вегетаційного періоду про їх агротехнічний стан.

Різде зниження спектральної яскравості пов'язане з дозріванням озимих культур. Визначення індексу нормалізованої різниці для сільськогосподарських культур зображено на рис. 2. Зернові культури мають швидке зростання індексу від періоду «кущіння» до фази колосіння, що пов'язано з динамікою накопичення надземної біомаси. Значення індексу у ранньовесняний період для групи культур значно залежить від дати посіву, повноти сходів, коефіцієнту кущіння, проективного вкриття.

Для озимої пшениці спостерігалось варіювання індексу залежно від попередника культури (найвищий NDVI відмічено в озимої пшениці після гороху, проміжні значення характерні для культур після ріпаку, найнижчі – після кукурудзи на силос). Аналогічну тенденцію має ріпак озимий. Для соняшнику NDVI починає суттєво зростати на протязі літнього сезону (у період інтенсивного росту листя та в період утворення кошика і до початку цвітіння у соняшника) і поступово знижується у серпні. Для кукурудзи на зерно величина індексу досягає максимального значення у липні – серпні. Визначені вегетаційні індекси на основі серії космічних зніманих забезпечили можливість оцінки стану культур за величиною NDVI і пов'язані з надземною біомасою.

Вінницька область має велику кількість рослинних відходів завдяки високорозвиненому аграрному сектору. Основні з них – це солома злакових культур, пожнивні рештки кукурудзи на зерно та соняшника. Для можливості використання біомаси сільськогосподарського походження в цілях джерела енергетичної біомаси необхідно забезпечити збір відповідних відходів [6].

У середньому частки теоретичного потенціалу (тобто загального обсягу утворення) рослинних відходів для використання складають: для соломи зернових культур – до 30%, для відходів виробництва кукурудзи на зерно та соняшника – до 40%. З урахуванням цих показників – потенціал відповідних видів біомаси оцінюється у 33,6 млн. т. Це складає близько третини загального енергетичного потенціалу біомаси в Україні [7].

6. Висновки та пропозиції

Історично склалося, що роль сільського господарства дуже велика, значні території зайняті сільськогосподарськими угіддями. Завдяки можливостям використання даних супутникової системи моніторингу Landsat 8, забезпечується моніторинг стану сільськогосподарських культур протягом вегетаційного періоду з урахуванням даних вегетаційних індексів. Вінницька область має великий потенціал сільськогосподарських відходів, які в основному складаються з соломи зернових, залишків переробки соняшнику та кукурудзи.

Світовий досвід переконує, що виробництво біопалива – сприятлива можливість для економіки кожної країни. Отримання енергії з біомаси (сільськогосподарських відходів) є однією з галузей, що є найбільш перспективною для нашої держави. Незважаючи на наявність в аграрному секторі суттєвого потенціалу біомаси, виробництво перебуває на стадії впровадження експериментальних зразків, пілотних проектів та потребує активізації і прискорення.

**Список використаних джерел**

1. Калетнік, Г.М. Розвиток виробництва біопалив як фундаментальна основа стабільності агропромислового комплексу [Текст] / Г.М. Калетнік // Збірник наукових праць ВНАУ. Серія: Економічні науки. – 2014. – Вип. 1 (87). – С. 3-12.
2. Гелетуґа, Г.Г. Оцінка енергетичного потенціалу біомаси в Україні [Текст] / Г.Г. Гелетуґа, Т.А. Железна, М.М. Жовмір, Ю.Б. Матвеев, О.І. Дроздова / Відходи сільського господарства та деревинна біомаса // Промислова теплотехніка. – 2010. – т. 32, №6. – С. 58-65.
3. Arzuaga-Cruz, E. Unsupervised feature extraction and band subset selection techniques based on relative entropy criteria for hyperspectral data analysis [Текст] / E. Arzuaga-Cruz, L.O. Jimenez-Rodriguez, and M. Velez-Reyes // Proc. SPIE. – 2003. – Vol. 5093. – P. 462-473.
4. Бабич, С.М. Методичні аспекти аналітичного опрацювання інформації при аерокосмічному моніторингу посівів [Текст] / С.М. Бабич // Системні дослідження та моделювання в землеробстві. – Київ: Нива, 1998. – 410 с.
5. Клюс, С.В. Визначення частки соломи та рослинних відходів для енергетичного використання [Текст] / С.В. Клюс // Відновлювана енергетика. – 2013. – №4. – С. 82-85.
6. Пат. 103624 Україна, МПК7 G06Q 50/02, G01C 11/00. Геоінформаційний метод дистанційного зонування землі [Текст] / Колодій П.П., Підлипна М.П. (Україна) ; заявник та патентовласник Підлипна Марина Петрівна. – № u 201505822; заявл. 12.06.2015 ; опубл. 25.12.2015, Бюл. № 24. – 3 с.
7. USGS science for a changing world [Електронний ресурс] – 2012. Режим доступу: URL: <http://earthexplorer.usgs.gov>.

References

- [1] Kaletnik, G.N. (2014). Rozvytok vyrobnytstva biopalyv yak fundamentalna osnova stabilnosti ahropromyslovoho kompleksu [The development of biofuel production as a fundamental basis for the stability of the agro-industrial complex]. Zbirnyk naukovykh prats VNAU. Serii: Ekonomichni nauky – Collection of scientific works of VNAU. Series: Economic Sciences, 1(87), 3-12 [in Ukrainian].
- [2] Heletukha, H.H., Zheleznaia, T.A., Zhovmir, M.M., Matveiev, Yu.B., Drozdova, O.I. (2010). Otsinka enerhetychnoho potentsialu biomasy v Ukraini. Vidkhody silskoho hospodarstva ta derevynna biomasa. [Estimation of the energy potential of biomass in Ukraine. Agricultural waste and wood biomass]. Promyslova teplotekhnika – Industrial heat engineering, 32(6), 58-65 [in Ukrainian].
- [3] Arzuaga-Cruz, E., Jimenez-Rodriguez, L.O. and Velez-Reyes, M. (2003). Unsupervised feature extraction and band subset selection techniques based on relative entropy criteria for hyperspectral data analysis. Proc. SPIE, 5093, 462-473 [in Canada].
- [4] Babych, S.M. (1998). *Metodychni aspekty analitychnoho opratsiuvannia informatsii pry aerokosmichnomu monitorynhu posiviv* [Methodological aspects of analytical processing of information in aerospace monitoring of crops] Systemni doslidzhennia ta modeliuvannia v zemlerobstvi. Kyiv: Nyv [in Ukrainian].
- [5] Klius, S.V. (2013). Vyznachennia chastky solomy ta roslynnykh vidkhodiv dlia enerhetychnoho vykorystannia [Determine the proportion of straw and vegetable waste for energy use]. Vidnovliuvana enerhetyka – Renewable energy, 4, 82-85 [in Ukrainian].
- [6] Kolodii, P.P., Pidlypna, M.P. Neoinformatsiinyi metod dystantsiinoho zonuвання zemli [Geoinformation method of remote zoning of the earth] no 103624, 2015 [in Ukrainian].
- [7] USGS science for a changing world. (n.d.) earthexplorer.usgs.gov. Retrieved from <http://earthexplorer.usgs.gov>.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПОТЕНЦИАЛА БИОМАССЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ
НА ТЕРРИТОРИИ ВИННИЦКОЙ ОБЛАСТИ**

В статье освещен потенциал биомассы сельскохозяйственных культур на территории области. Применяя данные спутниковой системы мониторинга Landsat 8 отобраны результаты состояния посевов сельскохозяйственных культур по фазам вегетации на различных уровнях развития NDVI и связанные с надземной биомассой.

Ключевые слова: сельское хозяйство, биомасса, сельскохозяйственных культур, спутниковая система мониторинга Landsat 8.

Рис. 2. Лит. 8.

**INVESTIGATION OF THE CAPACITY OF BIOMASS OF AGRICULTURAL PLANTS IN THE
VINNYTSK REGION TERRITORY**

The article highlights the potential of biomass of agricultural crops in the region. Using the data of the satellite system of monitoring landsat 8, the results of the state of crop cultivation during the vegetation phases at different levels of NWVI rozvitkuza and related to aboveground biomass were selected.

Keywords: agriculture, biomass, agricultural crops, satellite monitoring system.

Fig. 2. Ref. 8.

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

Янович Віталій Петрович – доктор технічних наук, доцент кафедри «Процесів та обладнання переробних і харчових виробництв імені професора П.С. Берника» Вінницького національного аграрного університету (вул. Сонячна, 3, м. Вінниця, 21008, Україна, email: yanovichvitaliy@i.ua).

Полевода Юрій Алікович – кандидат технічних наук, доцент кафедри «Процесів та обладнання переробних і харчових виробництв імені професора П.С. Берника» Вінницького національного аграрного університету (вул. Сонячна, 3, м. Вінниця, 21008, Україна, email: vinyura36@gmail.com).

Підлипна Марина Петрівна – аспірант Львівського національного аграрного університету (вул. Володимира Великого, 1, Дубляни, Львівська область, 30831, email: mari.p.p@i.ua).

Янович Віталій Петрович – доктор технических наук, доцент кафедры «Процессов и оборудования перерабатывающих и пищевых производств имени профессора П.С. Берника» Винницкого национального аграрного университета (ул. Солнечная, 3, г. Винница, 21008, Украина, email: yanovichvitaliy@i.ua).

Полевода Юрий Аликович – кандидат технических наук, доцент кафедры «Процессов и оборудования перерабатывающих и пищевых производств имени профессора П.С. Берника» Винницкого национального аграрного университета (ул. Солнечная, 3, г. Винница, 21008, Украина, email: vinyura36@gmail.com).

Подлипная Марина Петровна – аспирант Львовского национального аграрного университета (ул. Владимира Великого, 1, Дубляны, Львовская область, 30831, email: mari.p.p@i.ua).

Yanovich Vitalii – Doctor of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of "Processes and Equipment for Processing and Food Productions named after Prof. P.S. Bernik" of the Vinnytsia National Agrarian University (3 Solnechnaya St., Vinnitsa, 21008, Ukraine, email: yanovichvitaliy@i.ua).

Polyevoda Yurii – PhD, Associate Professor of the Department of "Processes and Equipment for Processing and Food Productions named after Prof. P.S. Bernik" of the Vinnytsia National Agrarian University (3 Solnechnaya St., Vinnitsa, 21008, Ukraine, email: vinyura36@gmail.com).

Podlypnaya Marina – graduate student of the Lviv National Agrarian University (Vladimir Velikogo Str., 1, Dublyany, Lviv region, 30831, email: mari.p.p@i.ua).