

органічної маси полягає у гідролізованому розчепленні білків та жирів у низькомолекулярні з'єднання. На другому етапі відбувається утворення вуглекислого газу (CO₂), водню (H₂), сірководню (H₂S) та аміаку (NH₃). Третій етап анаеробного зброджування має назву «метанове бродіння». Саме на цьому етапі із органічної сировини відбувається інтенсивне утворення вуглекислого газу (CO₂) та метану (CH₄).

Відходи тваринницького комплексу володіють всіма поживними речовинами необхідними для ефективної метаболічної активності метаноутворюючих бактерій. Використання відходів тваринництва має найбільший потенціал для отримання біогазу. На метаноутворюючу активність мікроорганізмів суттєвий вплив має температура та перемішування [1-3]. Найбільша активність спостерігається при температурі 33–37 °С [1, 2].

Ознаками порушення анаеробного зброджування є зниження рівня кислотності рН нижче 6,5, зростання вмісту вуглекислого газу, як наслідок відбувається зниження утворення біогазу. До речовин, які негативно впливають на метаноутворення відносяться каміння, важкі метали, аміак, нітрати, медикаменти та різні хімічні препарати і речовини. Для швидкого розвитку метаноутворюючих бактерій необхідно створювати сприятливі умови, підтримувати вміст поживних речовин. Активність анаеробного зброджування в значній мірі залежить від співвідношення вуглецю та азоту. Найбільш сприятливим є відношення в межах 10–16 %.

Склад фекалій великої рогатої худоби, свиней, курей залежить від раціону, способу утримання та фізичного стану тварин, проте, в середньому, співвідношення вуглецю та азоту у фекаліях вищезазначених тварин знаходиться у межах 9–15 %.

Виходячи з вищерозглянутого тваринницькі комплекси є джерелом енергетично цінного матеріалу для отримання альтернативного джерела енергії у вигляді біогазу.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Spodoba M., Spodoba O. // IEEE 5th International Conference on Modern Electrical and Energy System (MEES). 2023: 1-6. <https://doi.org/10.1109/MEES61502.2023.10402431>
2. Заблудський М., Сподоба М., Сподоба О. // Енергетика і автоматика. 2022. 2: 18-32. <http://dx.doi.org/10.31548/energiya2022.02.018>.
3. Сподоба М.О., Заблудський М.М. // Електротехніка та електроенергетика. 2021. 1: 26-33. <https://doi.org/10.15588/1607-6761-2021-1-3>

АКТУАЛЬНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ГІС-ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН В АГРОЕКОСИСТЕМАХ

О.О. Ласло

Полтавський державний аграрний університет, Полтава, Україна
доцент кафедри землеробства і агрохімії ім. В.І. Сазанова,
oksana.laslo@pdau.edu.ua

Геоінформаційні технології моніторингу глобальної зміни клімату нині потребують все більшої уваги, оскільки регіони та сектори в межах країни мають різну ступінь вразливості. У певних регіонах України існують кліматичні загрози, які впливають не тільки на економічні сектори, населення та екосистему, а і на сільське господарство (зростання кількості спекотних днів, або збільшення частоти сильних злив).

Саме за таких ризиків у сфері агровиробничої діяльності виникає необхідність оцінювати вразливість до зміни клімату для своєчасного розуміння можливих наслідків зміни клімату, визначення ступеню потенційних втрат і прийняття рішень, спрямованих на зниження або недопущення таких втрат.

Ефективність систем моніторингу основана на дистанційних, зокрема космічних, методах моніторингу. Для цього використовуються прилади, встановлені на штучних супутниках Землі. Це дає змогу отримувати безперервні картографічні образи досліджуваних територій і аналізувати їх зміну в часі. Близько 50 % з кліматичних змінних визначаються за допомогою методів дистанційного зондування Землі з космосу.

Найбільш відомоб глобальною системою спостереження за змінами клімату є Global Climate Observing System, GCOS, що містить набір з 50 параметрів біосфери Землі, що вважаються важливими для виявлення і кількісного визначення пов'язаних з кліматом змін, відомих як основні кліматичні змінні (Essential Climate Variables, ECVs). З них близько половини можуть бути визначені лише за допомогою методів дистанційного зондування Землі з космосу [5]. Особливістю роботи системи є процес, що обумовлений довжиною хвилі і природою електромагнітного випромінювання, що фіксує сенсор супутникової системи. Унаслідок чого дистанційне зондування формує збір даних про процеси в атмосфері, в океані, на поверхні землі, а також про гірські породи, ґрунт, рослинність, водні об'єкти.

На сьогодні понад 30 супутникових систем спостереження за Землею з низьким та середнім просторовим розрізненням (від 30 м і більше) працюють у навколоземному просторі, забезпечуючи космічну зйомку у різних спектральних діапазонах для глобальних та регіональних досліджень. Майже всі ці дані для наукових досліджень розповсюджуються безкоштовно.

В агроєкосистемах наявні досить складні зв'язки і взаємодії, які стають дедалі непрогнозованішими внаслідок змін параметрів кліматичної системи і впливають на збалансованість усіх складових, що призводить до зниження або підвищення їх продуктивності й адаптивності до змін клімату. Клімат є основним чинником впливу на ріст і розвиток рослин [6].

Так, рівень продуктивної вологості стимулює проростання насіння агрокультур, час появи сходів які залежить від температури повітря. Швидкість росту кореневої системи та надземної маси залежить від швидкості фотосинтезу, який, своєю чергою, залежить від світла, температури, вологи та вуглекислого газу (CO₂).

Основи системної оцінки потенціалу урожайності за ознаками динамічності та оптимальності його елементів у поєднанні з впливом агрометеорологічних факторів обґрунтовано В.П. Дмитренком (2010) [4] і є комплексним підходом до сумісної оцінки біологічної, екологічної і антропогенної складових потенціалу врожайності сільськогосподарських культур.

Існує безліч версій впливу змін клімату на агровиробництво, що зумовлює прискорення проходження фаз росту і розвитку агрокультур, змінюється рівень урожайності стабільність виробництва продуктів харчування, розширюються або скорочуються посівні площі певних культур, змінюється структура посівних площ сільськогосподарських культур, трансформовується агротехніка, змінюється ефективність зрошення і засобів догляду за посівами.

Постановка конкретних завдань цього кола залежить від визначення основного напрямку впливу клімату і його змін на сільське господарство. Ще у 1981 р. було розроблено систему «клімат–ґрунт–урожай», основу якої становили динамічні моделі продуктивності сільськогосподарських культур, вона складається з системи диференціальних рівнянь, які описують режими росту, вологи й азоту в системі «ґрунт–рослина–атмосфера». Подальший розвиток набули також методи агрокліматичних аналогів. Вивченням впливу кліматичних факторів на окремі компоненти агроєкосистеми займалися такі науковці: Тараріко М.О., Гриник І. В., Шалімов О.Л., Дергачов Г. В. та ін.

За аналізу системи «клімат – сільське господарство» враховують два аспекти: клімат як природний ресурс і клімат як ризик для виробників продукції. Відповідно до цього сформувався два напрями досліджень: один з них пов'язаний з оцінюванням впливу повільних змін середніх значень кліматичних параметрів, другий – з оцінюванням впливу змін повторюваності кліматичних екстремумів – істотного джерела ризиків для сільського

господарства. Відомо, що довготривалі зміни температури або опадів менш важливі для сільського господарства, ніж такі екстремальні явища, як посухи, сильні морози, перезволоження ґрунту, пилові бурі [6].

Однією з систем моделювання впливу змін клімату на сільське господарство є MOSAICC (Modelling System for Agricultural Impacts of Climate Change). MOSAICC оцінює системи рослинництва, водні й лісові ресурси та національну економіку в умовах зміни клімату [3]. Це складна система моделювання, яка дає можливість включаючи у навчальний процес здобувачів вищої освіти такі дисципліни як кліматологія, агрокліматологія, гідрологія, питання з оцінки впливу клімату на агроєкосистеми. Вона інтегрує потужну систему управління даними, яка дає можливість завантажувати дані, а також гнучку систему для запуску кількох модулів.

MOSAICC є потужним інструментом для моделювання і унікальний тим, що він об'єднує кілька моделей в єдину систему моделювання.

Моделі, інтегровані в платформу MOSAICC, розділені на п'ять основних компонентів:

- інструменти обробки кліматичних даних: статистичні інструменти зменшення масштабу та просторові інтерполяції, спрямовані на підготовку даних для моделей культур, гідрології та лісового господарства;
- моделі сільськогосподарських культур: моделюють зростання врожаю за сценаріями зміни клімату, використовуючи дані, створені інструментами обробки кліматичних даних;
- гідрологічна модель: моделює гідрологію річкових басейнів за сценаріями зміни клімату, використовуючи дані, створені інструментами обробки кліматичних даних;
- економічна модель: моделює вплив змін врожайності внаслідок зміни клімату на національну економіку;
- лісова модель: оцінка впливу зміни клімату на динаміку лісів.

Розглянемо дві основні компоненти.

Кліматична складова MOSAICC включає інструменти для генерації часових рядів локальних кліматичних змінних:

- мінімальні та максимальні температури, опади, відносна евапотранспірація, дата початку вегетаційного періоду, тривалість вегетаційного періоду (GCM) на рівень метеостанції.

Для агрономічної складової використовуються дві моделі.

Перша модель – це специфічна модель водного балансу для культур, розроблена FAO, WABAL, призначена для імітації водного балансу ґрунту на основі кожної культури з використанням: кліматичних даних (опади, транспірація і дата початку й тривалість вегетаційного періоду); дані про ґрунт (здатність утримувати воду в ґрунті); параметри культури (фактори та довжина кожної стадії вегетації рослин). На основі моделювання зміни водного балансу та погодних умов побудовані моделі регресії для прогнозування врожайності сільськогосподарських культур.

Друга модель називається AQUACROP і була також розроблена в FAO. Ця модель імітує реакцію культури на воду в більш витончений спосіб, ніж WABAL, і може застосовуватися при моделюванні меншого масштабу. AQUACROP включає ґрунт, випаровування і транспірацію рослин та їх розвиток, у результаті оцінюється виробництво біомаси та врожайність. В розрахунок береться і вплив концентрації CO₂ в атмосфері на процеси фотосинтезу. Дослідження мали за мету створити моделі врожаю, які можливо використовувати для прогнозування врожаю основних культур. Однією з перших спроб у цьому напрямі був експеримент з інвентаризацією великих площ (LACIE) з метою розробки методу оцінювання виробництва пшениці в усьому світі за допомогою даних LANDSAT.

За останні кілька років супутникові знімки виявились ефективним інструментом для багатьох сільськогосподарських програм.

Відмічено, що здорові рослини інтенсивно відбивають ближню інфрачервону (NIR), але поглинають червону довжину хвилі. Комбінації цих двох діапазонів дають ряд

рослинних індексів (VI), що допомагають зрозуміти стан рослинності [2]. VI – математичні рівняння або співвідношення спектральних смуг і призначені для виявлення функціональних зв'язків між культурами та іншими типами рослинності. Ці показники створено для отримання корисних даних, зокрема таких як індекс площі листя (LAI) та частка поглинутої фотосинтетично активної радіації (fAPAR) [1].

Отже, застосування ГІС технологій для моніторингу, прогнозування змін клімату і їх вплив на агроєкосистеми має важливе значення для продовольчої безпеки України та світу.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Baret F., Bacour C., Béal D. // Algorithm Theoretical Basis Document for MERIS Top of Canopy Land Products (toc_veg). INRA & Noveltis. 2006: 1–25.
2. Campbell J.B., Wynne R.H. // Introduction to Remote Sensing, 5th ed.; Guilford Press: New York, NY, USA. 2011.
3. Mosaicc A. // Modelling system for agricultural impacts of climate change. FAO. Rome. 2015: 28 p. URL: <https://www.fao.org/3/i5294e/i5294e.pdf>.
4. Дмитренко В.П. // Погода, клімат і урожай польових культур. 2010: 620 с.
5. Space and Climate Change: Use of Space-Based Technologies in the United Nations System. World Meteorological Organization. Geneva. 2011. URL: <http://www.uncosa.unvienna.org/pdf/pub/WMO-1081-SCCE.pdf>.
6. Тараріко О.Г., Ільєнко Т.В., Кучма Т.Л., Білокінь О.А. Оцінювання впливу змін клімату на продуктивність агроєкосистем за супутниковими даними: рекомендації. 2021: 40 с.

ЕКОЛОГІЧНІ СТРАТЕГІЇ УТИЛІЗАЦІЇ ВІДХОДІВ В УКРАЇНІ

Н.І. Носова

ДУ «Інститут ринку і економіко-екологічних досліджень
Національної академії наук України», Одеса, Україна
пров. інженер, sovanatali22@ukr.net

Проблема утилізації побутових відходів перед людством поставала майже із самого початку його життєдіяльності. У часи середньовіччя всі побутові відходи викидали на вулиці перед будинками чи у найближчі річки. Це ставало причиною виникнення епідемій холери, чуми, і, в решті, стало змушувати міську владу замислюватися над питаннями санітарної чистоти міста. Особливо гостро проблема утилізації відходів постала з початком швидкого й незворотного розвитку промислового виробництва у великих масштабах, коли окрім побутових відходів стали утворюватися й промислові.

Сьогодні у світі продовжується тенденція надмірного споживання природних ресурсів. Щорічне зростання обсягів їхнього використання складає 1,5 %, що пов'язано із зростаючими потребами людства. Приблизні підрахунки свідчать про те, що майже третину ресурсів планети було вичерпано за останні 30 років. Тому питання їхнього відновлення, економного і раціонального використання, вторинної переробки для мінімізації утворення відходів є надзвичайно актуальним.

Щосекунди у світі утворюється 3,8 кг харчових відходів. Це 29 % від середньостатистичного смітцевого кошика сучасної людини [1]. Проте, сміття, що утворюється, зокрема домогосподарствами, по суті не є відходами, а є потенційною сировиною, яку можна в подальшому використовувати у господарській діяльності для виробництва вторинної продукції та енергії при умові якісного його сортування.