

ІНСТИТУТ БІОЕНЕРГЕТИЧНИХ КУЛЬТУР І ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ

МАКУХ ЯРОСЛАВ ПЕТРОВИЧ

**БУР'ЯНИ В ФІТОЦЕНОЗАХ
БАГАТОРІЧНИХ БІОЕНЕРГЕТИЧНИХ КУЛЬТУР**

Вінниця
«Нілан-ЛТД»

2021

М17

Монографія розглянута та схвалена до друку Вченою радою Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України (протокол № 4 від 11 березня 2020 р.)

Адреса редакційної колегії:

Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України,
03110, Київ-110, вул. Клінічна, 25, тел./факс (044) 275-50-00

Рецензенти: **ФУЧИЛО Я.Д.**, доктор сільськогосподарських наук, професор Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України, головний науковий співробітник відділу селекції і сталих технологій вирощування та переробляння біоенергетичних культур;
ТКАЛІЧ Ю.І., д-р с.-г. наук, професор, Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет, завідувач кафедри загального землеробства та ґрунтознавства.

Макух Я.П.

М17 Бур'яни в фітоценозах багаторічних біоенергетичних культур.
Вінниця, ТОВ «Нілан-ЛТД», 2021. 288 с.
ISBN 978-966-924-928-9

На основі узагальнення багаторічних досліджень, а також досвіду автора висвітлено наукові основи формування фітоценозів багаторічних біоенергетичних культур. Проведено глибокий аналіз біологічних особливостей та фаз росту і розвитку бур'янів та біоенергетичних багаторічних рослин. Висвітлено методи ефективного контролювання бур'янів в фітоценозах на ранніх етапах росту біоенергетичних культур.

Для науковців, студентів вищих аграрних закладів освіти III-IV рівнів акредитації, агрономів, керівників господарств, фермерів.

УДК 632.51:631.5

© Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків, 2021.

© Макух Я.П.

© ТОВ «Нілан-ЛТД», 2021

ISBN 978-966-924-928-9

ЗМІСТ

ВСТУП	ст. 5
РОЗДІЛ 1. ФОРМУВАННЯ ФІТОЦЕНОЗІВ БАГАТОРІЧНИХ БІОЕНЕРГЕТИЧНИХ КУЛЬТУР ТА ЗАХИСТ ЇХ ВІД БУР'ЯНІВ.....	6
1.1. Вирощування енергетичних культур в Україні та за кордоном	6
1.2. Біологічні особливості бур'янів за їх вегетації в насадженнях біоенергетичних культур	11
1.3. Біологічні особливості верби	15
1.4. Процеси забур'янення насаджень верби енергетичної	17
1.5. Методи контролю бур'янів у насадженнях верби енергетичної	31
1.6. Біологічні особливості міскантусу.....	33
1.7. Контроль бур'янів у насадженнях міскантусу	40
РОЗДІЛ 2. ОСОБЛИВОСТІ ЗАБУР'ЯНЕННЯ НАСАДЖЕНЬ БАГАТОРІЧНИХ БІОЕНЕРГЕТИЧНИХ КУЛЬТУР	52
2.1. Забур'янення насаджень міскантусу гігантського першого року вегетації	52
2.2. Бур'яни в насадженнях міскантусу гігантського другого року вегетації	71
2.3. Особливості забур'янення насаджень міскантусу гігантського третього року вегетації	77
2.4. Особливості процесів забур'янення насаджень верби енергетичної першого року вегетації.....	84
2.5. Бур'яни в насадженнях верби енергетичної другого року вегетації	102
2.6. Особливості забур'янення насаджень верби енергетичної третього року вегетації	108
РОЗДІЛ 3. ЕФЕКТИВНІСТЬ СИСТЕМ МЕХАНІЧНОГО ЗАХИСТУ БАГАТОРІЧНИХ БІОЕНЕРГЕТИЧНИХ КУЛЬТУР ВІД БУР'ЯНІВ...	114

3.1. Ефективність застосування систем механічного захисту насаджень міскантусу гігантського від бур'янів.....	114
3.2. Ефективність застосування механічних прийомів контролювання бур'янів у насадженнях верби енергетичної першого року вегетації	129

РОЗДІЛ 4. РОЗРОБЛЕННЯ СИСТЕМ ХІМІЧНОГО ЗАХИСТУ НАСАДЖЕНЬ МІСКАНТУСУ ГІГАНТСЬКОГО ПЕРШОГО РОКУ ВЕГЕТАЦІЇ	144
4.1. Розроблення систем захисту від бур'янів на основі гербіцидів ґрунтової дії	144
4.2. Розроблення систем захисту від бур'янів на основі посходових гербіцидів	158

РОЗДІЛ 5. РОЗРОБЛЕННЯ СИСТЕМ ЗАХИСТУ ВІД БУР'ЯНІВ НАСАДЖЕНЬ ВЕРБИ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ПЕРШОГО РОКУ ВЕГЕТАЦІЇ	174
5.1. Розроблення систем хімічного очищення площ під закладання плантацій верби енергетичної	174
5.2. Ефективність хімічних прийомів контролювання бур'янів у насадженнях верби енергетичної першого року вегетації	189
5.3. Розроблення екологічних систем захисту від бур'янів насаджень верби енергетичної першого року вегетації	197

РОЗДІЛ 6. ОСНОВНІ ВИДИ БУР'ЯНІВ ПОШИРЕНІ В ДРУГІЙ ПОЛОВИНІ ВЕГЕТАЦІЇ В ФІТОЦЕНОЗАХ БАГАТОРІЧНИХ БІОЕНЕРГЕТИЧНИХ КУЛЬТУР.....	210
---	------------

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	238
---	------------

**Присвячується пам'яті Вчителя та
видатного вченого герболога
О.О. Іващенко**

В останні десятиліття, поряд із вирощуванням продовольчих, кормових, технічних і декоративних культур, усе більшої актуальності набувають біоенергетичні культури, як екологічно прийнятна альтернатива традиційному викопному паливу: нафті, газу, кам'яному вугіллю та спосіб зменшення викидів парникових газів.

Адже використання органічної маси, сформованої в процесі фотосинтезу, як джерела енергії не призводить до збільшення концентрації вуглекислого газу (CO₂) в атмосфері і тим самим не провокує наступного наростання температури атмосфери на планеті.

Знищення природної рослинності на площах, де заплановано вирощування потрібних для людини посівів та насаджень, порушує природний гомеостаз та об'єктивні біологічні закони регуляції біоценозів, унаслідок чого постійно проявляються протиріччя між вольовими рішеннями людини і законами життя природи. Таке протиріччя має багаторівневий характер, зокрема воно проявляється в постійній інвазії диких рослин – бур'янів-експлерентів – на освоєні людиною території – орні землі.

Потреба в надійному захисті насаджень багаторічних біоенергетичних культур (особливо в перший рік їхньої вегетації) ставить нові завдання землеробам у різних площинах: передусім такий захист має бути достатньо ефективним, екологічним і зручним у застосуванні. До того ж найперспективніші для вирощування біоенергетичні культури – верба енергетична, міскантус та інші, з огляду на свої біохімічні і морфологічні особливості, не здатні витримувати побічну дію традиційних гербіцидів, що контролюють сходи дводольних видів бур'янів. Відповідно механічне перенесення вже відомих приймів і способів захисту від бур'янів посівів сільськогосподарських культур на насадження перспективних біоенергетичних культур є неможливим.

Розв'язання таких проблем потребує наукових досліджень і поповнення необхідної інформації для наступного розроблення та вдосконалення ефективних та екологічно безпечних систем захисту їх від бур'янів.

РОЗДІЛ 1

ФОРМУВАННЯ ФІТОЦЕНОЗІВ БАГАТОРІЧНИХ БІОЕНЕРГЕТИЧНИХ КУЛЬТУР ТА ЗАХИСТ ЇХ ВІД БУР'ЯНІВ

1.1. Вирощування енергетичних культур в Україні та за кордоном

Енергетичні культури – це рослини, які спеціально вирощуються для використання безпосередньо як палива або для виробництва біопалива. Сьогодні у світі не існує єдиної загальноприйнятої класифікації, що застосовується для таких культур. Енергетичні культури розділяють на кілька видів: одно- та багаторічні трави, швидкорослі дерева і деревоподібні рослини. До енергетичних також слід віднести і звичайні сільськогосподарські культури за їх вирощування для виробництва рідкого палива – біодизелю (ріпак, соняшник) та біоетанолу (буряки цукрові, кукурудза). Наразі відомо приблизно 20 видів швидкорослих деревоподібних рослин, які можна вирощувати для отримання рослинної біомаси. У європейських країнах особливо популярними енергетичними культурами для отримання твердих видів біопалива є верба і тополя.

У Європі інтерес до енергетичних культур виник у 1970-х рр. у зв'язку з несподіваною енергетичною кризою. Відповідно почалися активні пошуки альтернативних джерел енергії, включно з енергетичними культурами. Наразі вирощування та утилізація енергетичних культур залишається актуальним питанням як для європейських країн, так і для України [1].

У країнах ЄС, за даними Європейської біоенергетичної асоціації (АЕВІОМ), сьогоднішній потенціал енергетичних культур оцінюється в 44–47 млн т нафтового еквівалента на рік [2]. Мета Європейського союзу на 2020 рік – досягти 138 млн т нафтового еквівалента біомаси у валовому кінцевому енергоспоживанні [3]. Наявний потенціал енергетичних культур дає змогу забезпечити орієнтовно третину запланованих обсягів. Загальна площа під лігноцелюлозними енергокультурами у ЄС (за даними 2011 р.) становить

приблизно 130–140 тис. га. Із них 37 % припадає на Румунію, де вирощується просо прутоподібне (світчграс) (*Panicum virgatum* L.). Значні площі зайнято також у Фінляндії під очеретянкою звичайною (*Phalaroides arundinacea* L.), у Великобританії – під міскантусом гігантським (*Miscanthus* × *giganteus*), у Швеції та Польщі – під вербою енергетичною (*Salix viminalis* L.). Досвід «зеленої» енергетики мають Норвегія, Данія, Німеччина, Австрія, Польща, Англія та Ірландія. Найбільші успіхи в цій сфері демонструє Швеція. Тут плантації верби енергетичної займають понад 20 тис. га, і з неї отримують сировину навіть для теплоцентралей. Уряд Швеції заявив, що до кінця 2020 року понад 50 % енергії, яка використовується в країні, повинна надходити з відновлюваних джерел. Одним із місцевих поновних джерел енергії тут є деревна біомаса верби [4]. У США найпоширенішими є верба енергетична, тополя (*Populus*), платан західний (*Platanus occidentalis* L.) і клен сріблястий (*Acer saccharum* Marsh.) [5].



Рис. 1.1. Потенціал заміщення викопного газу в Україні.

Сформовано за даними річного звіту НАК «Нафтогаз України»:

<https://www.naftogaz.com/www/3/nakweb.nsf/0/8B3289E9F4B2CF50C2257F7F0054EA23?OpenDocument&Expand=7&>

В Україні потенціал вирощування біоенергетичних культур досить серйозний, оскільки з загального споживання викопного газу в 30 млрд. м³, за рахунок перероблення рослинної сировини реально в найближчій перспективі замінити 20 млрд. м³ (рис. 1.1.)

Вибір конкретної енергетичної культури для вирощування залежить багатьох чинників, як-от тип ґрунтів, доступ до води, вид ландшафту, транспортні розв'язки, місцезнаходження потенційного споживача (котельня чи електростанція), конкуренція з іншими культурами і навіть соціальна думка щодо цього питання.

На сьогодні в країнах Євросоюзу 13,2 млн га земель є доступними для вирощування енергетичних культур, до 2020 р. площа може вирости до 20,5 млн га, а до 2030 р. – до 26,2 млн га. За оцінкою Європейської Комісії, для досягнення мети 2020 року (10 % поновних джерел енергії в транспортному секторі ЄС) під енергетичні культури потрібно задіяти 17,5 млн га, або приблизно 10 % усіх використовуваних сільськогосподарських земель країн ЄС [6, 7].

У нашій країні альтернативна енергетика знаходиться, по суті, у зародковому стані. Перші плантації верби енергетичної в Україні з'явилися у 2007–2008 рр. на Волині та Івано-Франківщині, де нею було засаджено приблизно 50 і 30 га відповідно. Однак подальшого розвитку ці проекти не отримали. Наразі лише на Волині є понад 500 га висаджених плантацій енергетичної верби [8].

Водночас, такі енергетичні культури як міскантус та верба енергетична не адаптовані для вирощування в Україні в промислових масштабах [9], тому рекомендації щодо їх виробництва в цих умовах не розроблено. Особливо актуальним залишається розроблення технології захисту цих культур від бур'янів, з огляду на те, що це багаторічні насадження [10, 11, 12, 13].

Так, за даними Державного агентства з енергоефективності структура потужностей об'єктів відновлювальної енергетики в Україні, станом на 2020 рік виглядає наступним чином (рис. 1.2).

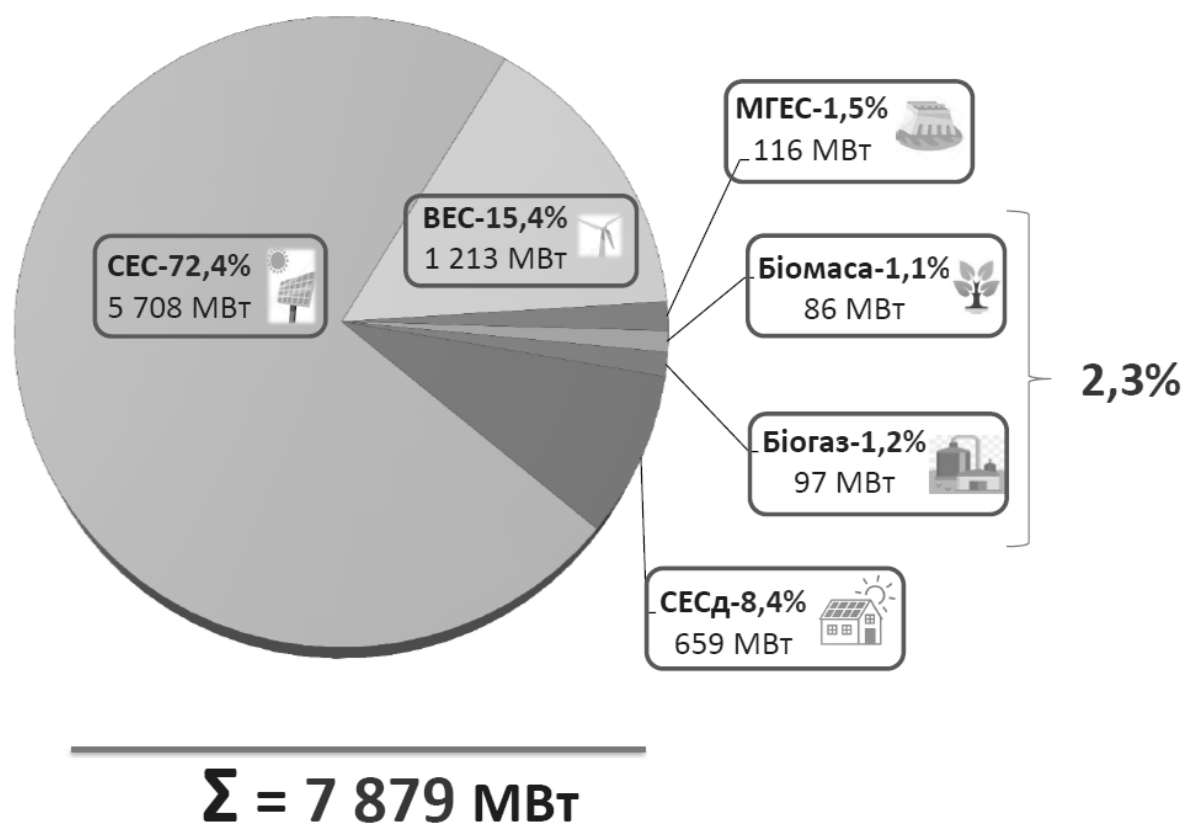


Рис. 1.2. Структура потужностей об'єктів відновлювальної енергетики (станом на 01.07.2020). Дані доповіді заступника голови Держенергоефективності Юрія Шафаренка від 29.09.2020

При цьому, на даний час, серед лідерів з біоенергетичних потужностей є сонячні електростанції (5,7 МВт) а також вітрові електростанції (1,2 МВт). І це не дивно, адже державне дотування так званих зелених тарифів призвело до надзвичайної прибутковості галузей сонячної та вітрової енергетик.

Водночас впровадження біоенергетичних проєктів вимагає не тільки більших витрат, що не покриваються державним дотуванням в такій мірі як вищезгадувані галузі, а й кваліфікованого персоналу. Адже для монтажу сонячних та вітрових електростанцій та їх періодичного обслуговування потрібні фахівці, яких достатньо на ринку праці. А от роботи з обслуговування біоенергетичних ферм потребують та навченого персоналу задіяного на постійній основі.

Попри складність та інші моменти з організації власне біоенергетичних установок в Україні, за останні 2-3 роки є багато прикладів успішного старту таких проєктів (рис. 1.3).



Рис. 1.3. Успішні приклади впровадження біоенергетичних проєктів в Україні. Дані доповіді заступника голови Держенергоефективності Юрія Шафаренка від 29.09.2020

Запуск виробництв орієнтованих на перероблення рослинної продукції в свою чергу ставить нові завдання стосовно ефективної організації вирощування та збирання біоенергетичних культур. Причому якраз в умовах України перевага надається багаторічним біоенергетичним культурам, як таким що здатні ефективно накопичувати суху речовину за мінімальних щорічних витрат на догляд плантації. В той час як однорічні рослини потребують значних витрат на обробіток ґрунту, сівбу та запровадження подальших операцій агротехнологічного догляду. Що в кінцевому варіанті розвитку подій здатне значно удорожити вартість отримуваної сировини.

1.2. Біологічні особливості бур'янів за їх вегетації в насадженнях біоенергетичних культур

Забезпечення потрібного захисту молодих насаджень біоенергетичних культур можливе лише за умови розуміння специфіки процесів забур'янення і біологічних особливостей видів рослин, які є бур'янами. Майже все різноманіття бур'янів – а це понад 30 тисяч видів трав'янистих рослин, мають хлорофіл і здійснюють процеси фотосинтезу, тобто вони є автотрофними організмами [315, 316, 317, 318, 319, 320, 321]. Біоенергетичні культури – верба прутівидна і міскантус гігантський, також є автотрофами. Відповідно, для успішної вегетації як їхніх рослин, так і бур'янів у молодих насадженнях потрібні ті самі чинники довкілля: тепло, повітря, волога, мінеральне живлення та енергія світла. За такої оцінки бур'яни доцільно розглядати передусім як конкурентів культурним рослинам у насадженнях за чинники життя [322, 323, 324, 325, 326, 327, 328, 329, 330].

Доведено, що рослинні компоненти фітоценозів спрямовують свою стратегію органогенезу не на загострення, а на ослаблення конкурентних відносин: прикладом може бути наявність і дія закону «біологічної черги», толерантна алелопатія та інші [331, 332, 333, 334].

Водночас, така система відносин між рослинами характерна лише для компонентів постійних фітоценозів. Тимчасовим (перехідним) фітоценозам притаманні взаємини, що ґрунтуються на гострій конкуренції за чинники життя. Саме такі тимчасові фітоценози виникають у молодих насадженнях біоенергетичних культур [335, 336, 337, 338].

Значення рослин конкретного виду в синузях, що формуються в молодих насадженнях верби прутівидної та міскантусу гігантського найбільш узагальнено й об'єктивно може бути оцінено часткою маси, яку формують такі рослини, до величини загальної маси фітоценозів. Численні дослідження доводять, що частка маси бур'янів, яка є неістотною і не проявляє негативного впливу на рівень біологічної продуктивності культурних рослин, має бути

меншою 3 % від величини маси всього фітоценозу [339, 340, 341, 342, 343, 344, 345, 346, 347, 348, 349, 350, 351, 352, 353].

На оптимальність умов вегетації рослин конкретного виду вказує як величина маси, яку вони формують, так і рівень їхньої насіннєвої продуктивності. Чим менш сприятливими є умови вегетації, тим меншу масу формують рослини і нижчою є їхня насіннєва продуктивність. Така закономірність справедлива як для культурних рослин, так і для бур'янів [354, 355, 356, 357, 358, 359, 360].

Завданням технологій вирощування насаджень є створення максимально можливих умов вегетації рослинам культури, що дає змогу формувати їм найвищу біологічну продуктивність і повніше освоїти наявні екологічні ніші.

Якщо таке завдання виконане, то рослинам бур'янів практично не залишається екологічних ніш, у яких вони здатні вегетувати. Рослини культури стають безумовними домінантами, що достатньо повно освоїли наявні в насадженнях екологічні ніші.

Освоєння рослинами біоенергетичних культур основних обсягів наявних у молодих насадженнях вільних екологічних ніш і досягнення домінантного становища відбувається за 50–60 діб від часу формування насаджень. Саме в цей період насадження потребують захисту рослин культур від присутності бур'янів [361, 362, 363, 364, 365].

Одним із багатьох пристосувань видів бур'янів до виживання і виконання функцій рослин – ремонтників рослинного покриву, є їхня здатність формувати в ґрунті великі запаси насіння, що тривалий період зберігає можливість проростати.

Наприклад, одна рослина лободи білої формує до 700 тис. насінин, амброзія полинолиста – до 88 тис., просо півняче – до 60 тис. Багато видів бур'янів проявляють здатність до гетерокарпії та гетероспермії. Різне за формою і розміром насіння навіть на одній рослині може мати неоднакову стратегію збереження життєздатності й проростання. Така адаптація забезпечує

присутність виду на території і виживання потомства протягом тривалого періоду [366, 367, 368, 369, 370].

Тому за сприятливих умов вегетації і наявності вільних екологічних ніш у молодих насадженнях біоенергетичних культур небезпека появи нових сходів бур'янів буде зберігатися постійно (рис. 1.4).



Рис. 1.4. Лобода біла в посадках верби енергетичної

Застосування екологічних прийомів контролювання забур'янення посівів чи насаджень культурних рослин базується на позбавленні рослин бур'янів

певного чинника життєзабезпечення. Механічні прийоми обробітку ґрунту, або видалення наземних частин позбавляють бур'яни можливості здійснювати процеси фотосинтезу. Відповідно на певний період часу або й назавжди небажані рослини втрачають доступ до засвоєння енергії світла і синтезу органічних речовин. Такий вплив у загальних результатах виконує ту саму функцію, що й гербіциди, які блокують життєво важливі процеси в рослинах: фотосинтез, синтез амінокислот і ліпідів, процеси ділення клітин та ін. Екологічні прийоми контролювання бур'янів неможливо створити на блокуванні їхньої здатності засвоювати воду чи мінеральні речовини. Найлегше створити проблеми для існування бур'янів на основі блокування енергетичного (світлового) забезпечення їхніх молодих рослин [371, 372, 373, 374, 375, 376, 377].

Формування оптично щільного екрану або шару мульчі на поверхні ґрунту в молодих насадженнях позбавляє проростки або сходи рослин бур'янів енергетичного живлення і, вичерпавши запаси пластичних речовин, що присутні в насініні чи в органах вегетативного розмноження, вони відмирають. Зниження рівня інтенсивності світлового потоку (енергії ФАР) на поверхні ґрунту має бути не менше 92–98 %. Потрібно створити для проростків гострий енергетичний дефіцит, адже без наявності енергії біохімічні процеси, що забезпечують життя неможливі [378, 379, 380, 381].

Тому системи захисту, що побудовані на таких закономірностях впливу незамінних чинників довкілля, є універсальними, екологічно безпечними і здатні успішно функціонувати протягом тривалого періоду, практично до часу повного освоєння рослинами біоенергетичних культур наявних екологічних ніш у молодих насадженнях. Такі прийоми безпечно застосовувати як біля водойм, так і в селітебних зонах. Вони не мають негативної побічної дії на довкілля.

Дослідження можливостей таких екологічно безпечних систем захисту молодих насаджень біоенергетичних культур від бур'янів і були метою викладених у науковій роботі результатів.