

УДК 631.3:631.17

Техніко-технологічне забезпечення виробництва біоенергетичної сировини

Грицишин М. І., к.т.н., с.н.с., учений секретар, Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства»

Перепелиця Н. М., к.е.н., с.н.с., завідувач сектору підготовки наукових кадрів та аспірантури (докторантури), Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства»

Анотація

Мета. Визначити сучасний стан техніко-технологічної бази вирощування біоенергетичних культур та перспективи її розвитку.

Методи. Монографічний, аналізу і синтезу, абстрактно-логічний, табличний.

Результати. Встановлено, що технології вирощування енергетичних культур переважно відпрацьовані і враховують зональні особливості та вимоги культур. Для реалізації більшості технологічних операцій може бути використана або пристосована наявна на ринку та в господарствах техніка. Разом з тим окремі технічні

засоби потребують модернізації та створення нових конструкцій.

Висновки. Для максимальної реалізації економічних можливостей розвитку галузі виробництва біоенергетичних ресурсів і зміцнення її позицій на міжнародному та внутрішньому ринках необхідно оперативно розробити і довести до промислового виробництва технічні засоби для заготівлі живців і садіння деревних культур, заготівлі садильного матеріалу міскантусу, збирання врожаю енергетичних культур.

Ключові слова: біоенергетичні культури, техніко-технологічне забезпечення, зональні особливості, техніко-експлуатаційні вимоги.

UDC 631.3:631.17

Technological and technological support for the production of bioenergy raw materials

Gritsyshyn M., phd. technical science, scientific secretary, National Science Center "Institute of Mechanization and Electrification of Agriculture"

Perepelytsya N., phd. econ. science, Head of Postgraduate Studies, National Science Center "Institute of Mechanization and Electrification of Agriculture"

Annotation

Purpose. To determine the current state of technical and technological base of growing bioenergetic crops and prospects for its development.

Methods. Monographic, analysis and synthesis, abstract-logical, tabular.

Results. It has been established that technologies of cultivating energy crops are predominantly worked out and take into account zonal features and requirements of crops. For implementation of the majority of technological operations, the equipment available on the market and in households can be used

or adapted. At the same time, some technical means require modernization and creation of new structures.

Conclusions. In order to maximize the economic opportunities for the development of the bioenergy and strengthen its position in the international and domestic markets, it is necessary to develop and bring to the industrial production facilities for the harvesting of cuttings and planting of wood crops, harvesting of the planting material of the miscanthus, and harvesting of energy crops.

Keywords: energy cultures, technical and technological support, zonal features, technical and operational requirements.

УДК 631.3:631.17

Технико-технологическое обеспечение производства биоэнергетического сырья

Грицишин М. И., к.т.н., с.н.с., ученый секретарь, Национальный научный центр «Институт механизации и электрификации сельского хозяйства»

Перепелица Н. М., к.е.н., с.н.с., зав. аспирантуры, Национальный научный центр «Институт механизации и электрификации сельского хозяйства»

Аннотация

Цель. Определить современное состояние технико-технологической базы выращивания биоэнергетических культур и перспективы ее развития.

Методы. Монографический, анализа и синтеза, абстрактно-логический, табличный.

Результаты. Установлено, что технологии выращивания энергетических культур преимущественно отработаны и учитывают зональные особенности и требования культур. Для реализации большинства технологических операций может быть использована или приспособлена имеющаяся на рынке и в хозяйствах техника. Вместе с тем отдельные технические средства нуждаются в модернизации и создании новых конструкций.

Выводы. Для максимальной реализации экономических возможностей развития отрасли производства биоэнергетического сырья и укрепление ее позиций на международном и внутреннем рынках необходимо оперативно разработать и довести до промышленного производства технические средства для заготовки черенков и посадки древесных культур, заготовки посадочного материала мискантуса, сбора урожая энергетических культур.

Ключевые слова: биоэнергетические культуры, технико-технологическое обеспечение, зональные особенности, технико-эксплуатационные требования.

Постановка проблемы. Энергетичні культури є важливою складовою біоенергетичного сектора Європейського Союзу, який оцінюється на рівні 44–47 млн т н. е. [1]. Однією з цілей ЄС до 2020 року є досягнення 138 млн т н. е. з біомаси у валовому кінцевому енергоспоживанні.

Енергетичною стратегією України на період до 2030 року передбачено, що у 2030 році виробництво електроенергії з відновлювальних джерел має скласти 13 млрд кВт/год. Для широкого комерційного використання у найближчі роки будуть вико-

ристовуватись технології спалювання біомаси в котлах і технології збору й утилізації біогазу на полігонах твердих побутових відходів. При цьому частка біогенерації у структурі ВДЕ досягне 2,4% [2].

Агропромислове виробництво України має значні обсяги побічної продукції рослинництва та спроможне вирощувати спеціальні енергетичні культури, як сировину для виробництва твердих біопалив, які замінять природний газ та вугілля при виробництві теплової енергії.

На сьогодні ряд вітчизняних виробників вже мають досвід вирощування енергетичної верби та інших культур. Науковцями узагальнено зарубіжний досвід вирощування і збирання біоенергетичних культур, виконано значний обсяг науково-дослідних робіт для визначення технологічних особливостей їх вирощування в Україні. Проте досі залишаються недостатньо вивченими проблеми техніко-технологічного забезпечення продукування біоенергетичної сировини для виробництва твердих біопалив.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблемам технологічних особливостей вирощування біоенергетичних культур присвячені наукові праці відомих вчених: О. М. Ганженка, Н. Г. Гізбуліна, М. Я. Гуметника, В. Л. Курила, М. Роїка, В. М. Сінченка, Я. Д. Фучила та ін. [3–9]. У своїх працях названі автори висвітлювали стан, перспективи та особливості створення плантацій енергетичних культур, перспективи використання фітосировини для виробництва біопалив. Організаційно-економічні аспекти виробництва та використання біосировини досліджували В. І. Гавриш, Г. Г. Гелетуха, Г. М. Калетник, Т. М. Микитин, В. М. Сінченко та ін. [10–13].

Виклад основного матеріалу. Ефективність виробництва біоенергетичної сировини зумовлюється множиною чинників, се-

ред, яких доцільно виділити основні: предметні, технологічні, технічні, природно-виробничі, ґрунтово-кліматичні, організаційно-економічні, соціальні.

Предметна група чинників розкриває внутрішню сутність виробництва, адже ботаніко-біологічна різноманітність енергетичних культур та можливість їх подальшого використання в якості палива безпосередньо або через переробку, визначають технологію та технічні засоби, необхідні для її ефективної реалізації.

Технологічна група чинників визначається рівнем технології, яка застосовується при вирощуванні енергетичних культур і включає підготовку площі під закладання плантацій, сівбу (садіння) енергетичних культур і догляд за посівами (посадками), збирання (переробка) урожаю.

Технічну групу чинників зумовлює наявність в господарстві та на ринку сучасних машин і обладнання для виконання технологічних операцій, передбачених технологією виробництва біоенергетичної сировини.

Природно-виробнича група чинників характеризується умовами функціонування машинно-тракторних агрегатів, а ґрунтово-кліматичні чинники визначають умови для росту і розвитку рослин та їх відповідність біологічним особливостям енергетичних культур. Тому важливо визначити зональне розміщення виробництва біоенергетичних культур в Україні з урахуванням вимог агротехніки їх вирощування.

Група організаційно-економічних чинників зумовлюється масштабами виробництва і впливає на параметри технічних засобів, які доцільно використовувати у виробничих процесах та організацію їх використання.

Всі ці чинники прямо або опосередковано впливають на ефективність вирощування біоенергетичних культур та рівень прибутковості галузі в цілому.

Технологічні та технічні чинники утворюють техніко-технологічну підсистему виробництва енергетичної сировини. Техніко-технологічна підсистема відповідає за якісні перетворення ґрунту, насіння (посадкового матеріалу), добрив та вирощеного урожаю із стану «як є» у стан «як має бути». Ці перетворення здійснюються за відповідними технологіями з використанням технічних засобів чи ручної праці.

Для визначення параметрів техніко-технологічної підсистеми вирішуються задачі відповідності між характеристиками вимог енергетичних культур та ґрунтово-кліматичними умовами, якістю та своєчасністю виконання технологічних операцій, технічної та економічної ефективності виробництва.

За оцінками фахівців найбільш продуктивними енергетичними культурами для виробництва біоенергетичної сировини є багаторічні трав'янисті рослини – міскантус гігантський, просо прутковидне (світчґрас), сільфія пронизолиста, сорго цукрове та деревні – верба енергетична і тополя [12, 13].

Дослідженнями [5–13] встановлено, що енергетичні культури для виробництва біоенергетичної сировини забезпечують високі урожаї на ґрунтах добре забезпечених елементами живлення. Проте розміщення їх плантацій на ґрунтах, придатних для виробництва продуктів харчування, неприйнятне, оскільки це призведе до зменшення посівних площ під продовольчі і кормові культури, зменшення обсягів виробництва продуктів харчування, зростання цін на продовольство. Тому плантації з їх вирощування доцільно закладати на землях, непридатних для вирощування продовольчих та кормових культур.

Закладання плантацій енергетичних культур на таких землях потребує певної їх підготовки, яка передбачає очищення їх від бур'янів та інших дикоростів. Для виконання цих технологічних операцій може використовуватись як лісова спецтехніка – корчувачі, кушорізи; так і машини загального призначення: плуги лемішні, борони дискові важкі, культиватори, машини для внесення мінеральних добрив, обприскувачі штангові. Використання цих технічних засобів забезпечить виконання вимог до якості та своєчасності виконання робіт і не потребує створення спеціальних технічних засобів (табл. 1).

Багаторічна трав'яниста енергетична рослина міскантус є однією з найпоширеніших енергетичних рослин європейської кліматичної зони, оскільки невибаглива до умов ґрунту та температури. Розмножується ця культура виключно вегетативно-подільним способом – розділенням кореневища на ризоми. На даний час в господарствах заготовля посадкового матеріалу міскантусу та його садіння проводяться вручну з викорис-

танням ручного садового інструмента., а вартість цих робіт складає значну частку у витратах на вирощування енергетичної сировини. Для зниження собівартості майбутнього урожаю необхідно максимально механізувати вказані технологічні операції.

Підготовка садильного матеріалу починається з викопування маточних кореневищ навесні перед садінням. Для викопування можна використовувати картоплекопачі або картоплезбиральні комбайни, що є на ринку. Проте якість їх роботи низька. Кращі результати забезпечує розроблений в ННЦ

«Інститут механізації та електрифікації сільського господарства» коренекартоплекопач КРК-2 з удосконаленими викопуючи-транспортуючими робочими органами.

Підготовка ґрунту до садіння передбачає культивування на глибину 7–8 см. Для виконання цієї технологічної операції на ринку є велика гама культиваторів та комбінованих машин-знарядь. Тому потреби у створенні спеціальних технічних засобів для передпосадкового обробітку ґрунту немає.

Таблиця 1. Техніко-технологічне забезпечення вирощування біоенергетичних культур
Table 1. Technological and technological support for the cultivation of bioenergetic crops

Назва енергетичних культур другого покоління	Стан технічного забезпечення виробничих циклів					
	Підготовка плантації	Підготовка насіння та посадкового матеріалу	Сівба, садіння	Догляд за посівами, посадженнями		Збирання врожаю
				боротьба з бур'янами та підживлення	боротьба з хворобами та шкідниками	
<i>Деревні культури</i>						
<i>Верба енергетична Тополя енергетична</i>	Наявні на ринку машини сільськогосподарські загального призначення (дискові борони, плуги, культиватори, обприскувачі, машини для внесення мінеральних добрив) та лісогосподарські (корчувачі, кушорізи)	Потребують створення та організації виробництва	Потребують створення та організації виробництва	Хімічна – наявні обприскувачі, механічна – потребують створення культиватора, машини для внесення добрив	Наявні на ринку обприскувачі	Спеціальні за попереднім замовленням: наявні на ринку кормозбиральні комбайни із спеціальним адаптером
<i>Трав'янисті культури</i>						
<i>Міскантус</i>	Наявні на ринку сільськогосподарські та лісогосподарські ТЗ	Потребують створення та організації виробництва	Потребують створення та організації	Наявні на ринку обприскувачі і культиватори	Наявні на ринку обприскувачі	Наявні на ринку комбайни ТЗ для збирання кормових культур
<i>Світчграс</i>	Наявні на ринку сільськогосподарські та лісогосподарські ТЗ	Наявні на ринку ТЗ для очищення і сортування насіння	Наявні пробники сівалки для сівби просапних культур	Культиватори для просапних культур та обприскувачі, машини для внесення добрив	Наявні на ринку обприскувачі	
<i>Сорго цукрове</i>	Наявні на ринку ТЗ загального призначення	Наявні на ринку ТЗ для очищення і сортування насіння	Наявні на ринку сівалки для сівби просапних культур	Наявні на ринку культиватори для просапних культур та обприскувачі, машини для внесення добрив	Наявні на ринку обприскувачі	

Для садіння ризом міскантусу на ринку представлені спеціальні технічні засоби конвеєрного типу з ручним керуванням густоти посадки зарубіжного виробництва. В якості альтернативного варіанту фахівці ННЦ «ІМЕСГ» пропонують модернізовану картоплесаджалку з удосконаленим садильним апаратом.

Трав'янисті енергетичні культури світчграсу і сорго цукрове розмножуються насінням. Для виконання цієї технологічної операції на ринку України є необхідні технічні засоби.

Для закладання плантацій енергетичної верби і тополі на ринку представлені імпортні садильні машини з променевими робочими органами циклічної дії для садіння попередньо заготовленими живцями та машини для садіння з прутів і нарізуванням живців безпосередньо в момент висадки їх у ґрунт.

Машини з променевими робочими органами малопродуктивні, що зумовлено фізіологічними можливостями оператора, який вкладає живці у садильний апарат. Тому такі машини можуть застосовуватись на плантаціях невеликих розмірів. Для закладання великих плантацій використовують продуктивніші садильні машини з нарізуванням живців із прутів в момент висаджування. При плануванні обсягів робіт з вирощування верби і тополі необхідно враховувати циклічність збирання урожаю через два чи три роки. При трирічному циклі плантацію енергетичної верби необхідно закладати із трьох ділянок зміщених за строками висадки на один рік. Оптимальні площі плантацій залежать від продуктивності технічних засобів для садіння і збирання деревних культур. Це забезпечить можливість щорічного збирання урожаю та ефективне використання техніки.

З огляду на перспективу зростання площ деревних енергетичних культур в Україні, науковцями ННЦ «ІМЕСГ» розроблено машину для садіння верби і тополі з прутів.

Догляд за енергетичними культурами передбачає боротьбу з бур'янами і хворобами, позакореневе підживлення. Для боротьби з бур'янами застосовують гербіциди або культивуацію міжрядь. Цей захід особливо

актуальний у перші роки росту і розвитку рослин.

Для захисту рослин від хвороб використовують фунгіциди. Для внесення водних розчинів гербіцидів і фунгіцидів використовуються штангові обприскувачі наявні на ринку та в господарствах.

Для культивації міжрядь пристосовують культиватори для догляду за просапними культиваторами.

Збирання урожаю енергетичних культур розпочинається після припинення вегетації та зниження вологості стеблової маси, що настає після перших заморозків. Збирати урожай можна протягом усієї зими за сприятливих погодних умов.

Для збирання урожаю міскантусу використовують комплекс машин для збирання кормових культур.

Для збирання верби і тополі використовують кормозбиральні комбайни з спеціальною жаткою для деревних культур та спеціальні комбайни зарубіжного виробництва, які забезпечують збирання деревних культур на щепу або прутами. Вітчизняна промисловість не пропонує машин для збирання деревних енергетичних культур.

Збирання цукрового сорго проводять з урахуванням технології подальшого використання урожаю. У стеблах сорго на момент збирання міститься до 90% цукроносного соку. Оптимальний строк збирання сорго настає у другій половині жовтня. Збирають сорго кормозбиральними комбайнами. Після збирання з цукроносною маси видаляють сік, з якого виготовляють цукровий сироп або переробляють на біоетанол. Віджим стебел сорго використовують для виготовлення твердих біопалив або біогазу.

У результаті аналізу стану техніко-технологічного забезпечення встановлено, що технології вирощування енергетичних культур практично відпрацьовані й враховують зональні умови та вимоги культур. Технічне забезпечення виробництва біо-енергетичної сировини для виробництва твердих біопалив переважно задовольняється наявними в господарствах та на ринку технічними засобами. Разом з тим окремі технічні засоби потребують модернізації або створення нових конструкцій.

Висновки

Для максимальної реалізації економічних можливостей розвитку галузі виробництва біоенергетичних ресурсів і зміцнення її позицій на міжнародному та внутрішньому ринках необхідно оперативно розробити і довести до промислового виробництва технічні засоби для заготівлі живців і садіння деревних культур, заготівлі садильного матеріалу міскантусу, збирання врожаю енергетичних культур.

Бібліографія

1. Гелетука Г. Г., Железна Т. А., Трибой О. В. Перспективи вирощування та використання енергетичних культур в Україні. *Аналітична записка БАУ*. 2014. № 10. 33 с.

2. Енергетична стратегія України на період до 2030 року / Схвалено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 24.07.2013 р. № 1027. С. 119–127.

3. Методичні рекомендації з проведення передсадильного обробітку ґрунту і садіння ризомів міскантусу/ В. Л. Курило, О. М. Гандженко, М. Я. Гуметник, В. М. Квак, О. І. Змовський, П. Ю. Зиков; ІБКіЦБ НААН. К., 2012. 21 с.

4. Гізбуллін Н. Г. Солома: паливо і добриво. *Біоенергетика*. 2013. № 2. С. 22–24.

5. Гуметник М. Я., Каськів В. М., Мандровська С. М. Вдосконалення елементів технології вирощування проса лозоподібного в умовах Західного Лісостепу України. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків: зб. наук. пр.* К.: ЗАТ «Віпол», 2011. Вип. 12. С. 135–142.

6. Світчграс як нова фітоенергетична культура / О. В. Мороз, В. М. Смірних, В. Л. Курило, Ю. П. Герасименко, Н. А. Моствова, А. М. Горобець, М. І. Кулик. *Цукрові буряки*. 2011. № 3. С. 12–14.

7. Роїк М. В., Ягольник О. О. Біоенергетика як наука й галузь економіки: історія, концепція, періодизація. *Біоенергетика*. 2014. № 1. С. 7–11.

8. Енергетична верба і технологія вирощування та використання. / Під загальною редакцією д.с.-г.н. В. М. Сінченка. Вінниця: ТОВ «Ніланд ЛТД», 2015. 340 с.

9. Фучило Я. Д., Сбитна М. В., Фучило Д. Я. Досвід створення плантацій тополі в умовах Київського Полісся. *Новітні агротехнології: теорія та практика*. / ІБКіЦБ НААН. К., 2017. С. 160–161.

10. Гавриш В. І. Використання поновлювальних джерел енергії в агробізнесі України: стан, проблеми та перспективи. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2010. Випуск 3, Т. 1. С. 15–27.

11. Гелетука Г. Г. Біоенергетика в Україні: стан розвитку, бар'єри та шляхи їх подолання. *Біоенергетика*. 2014. № 1. С. 16–19.

12. Калетник Г. М. Біопалива: продовольча, енергетична та екологічна безпека України. *Біоенергетика*. 2013. № 2. С. 12–14.

13. Микитин Т. М. Ефективність вирощування енергетичних культур на Поліссі. *Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету*. 2015. № 1 (35). С. 102–105.

Bibliografia

1. Heletukha H. H., Zheliezna T. A., Tryboi O. V. Perspektyvy vyroshchuvannya ta vykorystannia enerhetychnykh kultur v Ukraini. *Analitichna zapyska BAU*. 2014. № 10. 33 s.

2. Enerhetychna stratehiia Ukrainy na period do 2030 roku. / Skhvaleno rozporiadzhenniam Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 24.07.2013 r. № 1027. S. 119–127.

3. Metodychni rekomendatsii z provedennia pered sadylnoho obrobittku hruntu i sadinnia ryzo miv miskantusu/ V. L. Kurylo, O. M. Handzhenko, M. Ia. Humetnyk, V. M. Kvak, O. I. Zmovskiyi, P. Iu. Zykov. *IBKiTsB NAAN. K.*, 2012. 21 s.

4. Hizbullin N. H. Soloma: palyvo i dobryvo. *Bioenerhetyka*. 2013. № 2. S. 22–24.

5. Humentyk M. Ia., Kaskiv V. M., Mandrovska S. M. Vdoskonalennia elementiv tekhnolohii vyroshchuvannya prosa lozopodibnogo v umovakh Zakhidnogo Lisostepu Ukrainy. *Naukovi pratsi Instytutu bioenerhetychnykh kultur i tsukrovyykh buriakiv: zb. nauk. pr.* K.: ZAT «Vipol», 2011. Vyp. 12. S. 135–142.

6. Svitchhras yak nova fitoenerhetychna kultura / O. V. Moroz, V. M. Smirnykh, V. L. Kurylo, Yu. P. Herasyenko, N. A. Mo-

stovna, A. M. Horobets, M. I. Kulyk. *Tsukrovi buriaky*. 2011. № 3. S. 12–14.

7. Roik M. V., Iaholnyk O. O. Bioenerhetyka yak nauka y haluz ekonomiky: istoriia, kontsepsiia, periodyzatsiia. *Bioenerhetyka*. 2014. № 1. S. 7–11.

8. Enerhetychna verba i tekhnolohiia vyroshchuvannia ta vykorystannia. / Pid zahalnoi redaksiieiu d. s.-h. nauk V. M. Sinchenka. Vinnytsia: TOV «Niland LTD», 2015. 340 s.

9. Fuchylo Ya. D., Sbytna M. V., Fuchylo D. Ia. Dosvid stvorennia plantatsii topoli v umovakh Kyivskoho Polissia. *Novitni ahrotekhnolohii: teoriia ta praktyka*. / IBKiTsB NAAN. K., 2017. S. 160–161.

10. Havrysh V. I. Vykorystannia ponovliuvalnykh dzherel enerhii v ahrobiznesi Ukrainy: stan, problemy ta perspektyvy. *Visnyk ahrarnoi nauky Prychornomia*. 2010. Vyp. 3. T. 1. S. 15–27.

11. Heletukha H. H. Bioenerhetyka v Ukraini: stan rozvytku, bariery ta shliakhy yikh podolannia. *Bioenerhetyka*. 2014. № 1. S. 16–19.

12. Kaletnyk H. M. Biopalyva: prodovolcha, enerhetychna ta ekolohichna bezpeka Ukrainy. *Bioenerhetyka*. 2013. № 2. S. 12–14.

13. Mykityn T. M. Efektyvnist vyroshchuvannia enerhetychnykh kultur na Polissi. *Visnyk Dnipropetrovskoho derzhavnoho ahrarno-ekonomichnoho universytetu*. 2015. № 1 (35). S. 102–105.

Bibliography

1. Gelotukha G. G., Zhelyezna T. A., Tryboy O. V. Prospects of growing and using energy cultures in Ukraine. *Analytical note of BAU*. 2014. No. 10. 33 p.

2. Energy strategy of Ukraine for the period up to 2030 / Approved by the order of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated July 24, 2013 No. 1027. P. 119–127.

3. Methodical recommendations for pre-planting tillage and gardening of rice miskanthus / V. L. Kurilo, A. M. Ganzhenko,

M. Ya. Gumetnik, V. M. Kvak, A. I. Zmovsky, P. Yu. Zikov; IBSCI NAAN. K., 2012. 21 p.

4. Gizbullin N. G. Soloma: fuel and fertilizers. *Bioenergy*. 2013. No. 2. P. 22–24.

5. Gomenik M. Ya., Kaskiv V. M., Mandrovskaya S. M. Improvement of the elements of the technology of growing poplar millet in the conditions of the Western forest-steppe of Ukraine. *Scientific works of the Institute of Bioenergetic Cultures and Sugar Beet: Sob. sciences Ave. K.*: Closed Joint-Stock Company "Vipol", 2011. Issue 12. P. 135–142.

6. Svitgras as a new phytoenergy culture / O. V. Moroz, V. M. Smirnykh, V. L. Kuril, Yu. P. Gerasymenko, N. A. Mostvov, A. M. Gorobets, M. I. Kulyk. *Sugar beets*. 2011. No. 3. P. 12–14.

7. Royik M. V., Yagolnik O. Bioenergetics as a science and branch of economy: history, concept, periodization. *Bioenergy*. 2014. No. 1. P. 7–11.

8. Energy willow and technology of cultivation and use. / Under the general editorship of D.S.G.N. V. M. Sinchenko. Vinnytsya: LLC "Niland LTD.", 2015. 340 p.

9. Fuchilo Y. D., Sbitna M. V., Fuchilo D. Ya. Experience in the establishment of poplar plantations in the conditions of the Kiev Polissya. *Newest Agrotechnologies: Theory and Practice*. / IBSCI NAS. K., 2017. P. 160–161.

10. Gavrish V. I. Utilization of renewable energy sources in agribusiness in Ukraine: state, problems and perspectives. *Bulletin of the Agrarian Science of the Black Sea Region*. 2010. Issue 3, T. 1. P. 15–27.

11. Geletukha G. G. Bioenergy in Ukraine: state of development, barriers and ways to overcome them. *Bioenergy*. 2014. No. 1. P. 16–19.

12. Kaletnik G. M. Biofuels: food, energy and ecological safety of Ukraine. *Bioenergy*. 2013. No. 2. P. 12–14.

13. Mykitin T. M. Efficiency of cultivation of energy crops in Polissya. *Bulletin of Dnipropetrovsk State Agrarian and Economic University*. 2015. No. 1 (35). P. 102–105.