

А.Б. Тасмаганбетов*, PhD, қауымд. профессор¹

Б.С. Есенгельдин, э.ғ.д., профессор²

Ж. Атаниязов, э.ғ.к., доцент¹

М.К. Толымгожинова, э.ғ.к.

Қ. Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік

университеті, Ақтөбе қ., Қазақстан¹

Әлкей Марғұлан атындағы Павлодар педагогикалық

университеті, Павлодар қ., Қазақстан²

* – негізгі автор (хат-хабарларға арналған автор)

e-mail: aslandelo@mail.ru

АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫНДА БИОЭНЕРГИЯНЫ ДАМУДЫҒЫН НЕГІЗГІ БАҒЫТТАРЫ

Мақалада ауыл шаруашылығында биоэнергия өндірісінің ерекшеліктері қарастырылған. Әдебиеттерді шолу барысында отандық және шетелдік ғалымдардың ауыл шаруашылығына биоэнергияны енгізудің әртүрлі жақтарын зерттеп жатқаны анықталды: биоотын мен биокөмір өндіру үшін биомасса ресурстарын тиімді басқару және тасымалдау мәселелері, биоэнергия өндірісінде цифрлық технологияларды пайдалану, сондай-ақ сонымен қатар биоэнергияны енгізуге әсер ететін факторлар. Әлемдік нарықтықталдау кезінде қатты биоотын пайдаланатын құрылғылардың, оның ішінде ауыл шаруашылығы қалдықтарынан алынатын биомассаның көбейгенін көрсетті. Мақала авторлары ауыл шаруашылығына биоэнергетикалық жабдықтарды енгізудің тиімділігін бағалаудың әдістемелік ережелерін әзірлеуге, сондай-ақ шешім қабылдау үдерісін әдістемелік қамтамасыз ету деңгейін арттыруға ықпал ететін тетіктерді ұсынды. Мақалада ауыл шаруашылығында биоэнергияны дамытудың негізгі бағыттары ұсынылады: биоэнергия өнімдеріне қалдықтарды қайта өңдеу және қайта пайдаланудың технологиялық құралдарын енгізу; өңірлік тұрақты дамуға баса назар аударатырып, биоэнергия өндіру бағыттарын әзірлеу; аймақтың географиялық орналасуына және ауыл шаруашылығының мамандануына байланысты биомассаның әлеуетін бағалау; биоэнергия технологиясын енгізу бойынша мемлекеттік органдар, жеке кәсіпорындар және ғылыми-зерттеу институттары арасындағы серіктестікті нығайту.

Кілт сөздер: ауыл шаруашылығы, биоэнергетика, технология, қалдықтар, биомасса, биогаз, биоотын, қатты биоотын, сұйық биоотын, тұрақты даму.

Ключевые слова: сельское хозяйство, биоэнергия, технология, отходы, биомасса, биогаз, биотопливо, твердое биотопливо, жидкое биотопливо, устойчивое развитие.

Keywords: agriculture, bioenergy, technology, waste, biomass, biogas, biofuels, solid biofuels, liquid biofuels, sustainable development.

JEL classification: Q21, Q28

Кіріспе. Энергия өндірудегі әлемдік үрдіс климаттық экономика жүйелеріне және тұрақты қолжетімді энергия көздерін дамытуды қолға алып отыр. Кейбір озық тәжірибелер қоршаған ортаның әсерін шектей отырып, биомасса қалдықтарын пайдалану арқылы энергия өндірудің экономикалық дамуын қолдайды. Агроөнеркәсіптік қалдықтардың биомассасын пайдалану парниктік газдар шығарындыларын айтарлықтай төмендететін негізгі балама энергия көзі ретінде қарастырылады.

Биомасса көздерінен тұрақты биоэнергия өндірісіне басымдық беру бірнеше жақсы себептерге байланысты қажет. Біріншіден, ол қазба отындарын тұйық көміртегі циклінде жұмыс істейтін биоэнергиямен алмастыру арқылы климаттың өзгеруін айтарлықтай азайтады. Екіншіден, тұрақты биоэнергетика энергия балансын әртараптандыру және қазба отынына тәуелділікті азайту арқылы энергия қауіпсіздігін арттырады.

Ауылшаруашылық өндірісінің әр кезеңінен кейін пайда болатын қалдықтар биоэнергияны өндіруге қажетті биомасса активтері ретінде пайдаланылады. Өйткені, ауыл шаруашылығы қалдықтарына дәнді дақылдардан, көкөністерден, жемістерден, мал шаруашылығы қиларынан жинақталған қалдықтар жатады. Сол себепті агроөнеркәсіптік қалдықтардың биомассасы бірнеше циклдік өзгерістерден өтуі керек, олардың арасында биомассаны алдын ала өңдеу біршама шығындарды қажет етеді.

Сонымен қатар, тұрақты биоэнергетика ауылшаруашылық қалдықтарын, орман шаруашылығының жанама өнімдерін және органикалық қалдықтарды пайдалану арқылы қалдықтарды азайтады

және ресурстарды сақтайды. Осылайша, биоэнергияны тұрақты өндіру жаһандық энергетикалық болашаққа ықпал ететін көптеген экологиялық, әлеуметтік және экономикалық пайда әкеледі.

Мақаланың мақсаты – биоэнергияны өндірудің жағымды және жағымсыз салдарын ескере отырып, ауыл шаруашылығында биоэнергияны дамыудың бағыттарын ұсыну.

Алға қойған мақсатқа жету үшін мынадай міндеттерді шешу қажет:

- биоэнергияны айналысқы енгізуге қатысты ғылыми мақалаларға шолу жасау;
- жаһандық биоэнергетика нарығында орнатылған биоэнергетикалық құрылғылардың қуатын талдау;
- биоэнергияны өндіруге әсер ететін жағымды және жағымсыз салдарды анықтау;
- ауыл шаруашылығында биоэнергияны енгізудің ұтымды жолдарын ұсыну.

Зерттеу әдістері. Ауыл шаруашылығында биоэнергия өндірісін дамытуға қатысты мәселелерді зерттеу барысында теориялық, сараптамалық және салыстырмалы әдістер қолданылды.

Әдебиеттік шолу. Биоэнергияға қатысты ғылыми зерттеулер қазба отындарын алмастыруға байланысты биоэнергиямен алмастыру арқылы климаттың өзгеруіне тосқауыл қоюға бағытталған. Әрине, биоэнергия жаңартылған энергия көзі ретінде, қосымша қаржы ресурстарын салуды қажет етеді. Сондықтан зерттеушілердің биоэнергияға байланысты ғылыми еңбектеріне шолу жасайық.

Анвар С. және басқалары [1] биоэнергетика үшін биомасса әлеуетін пайдалануды жақсарту үшін энергетикалық жүйелердің мақсатты зерттеулерін қаржыландыруды, Үкіметтің және инвесторлардың елдегі бар биомасса ресурстарынан тұрақты биоэнергия өндіру жобаларына қатысуын қамтамасыз етуді, биомасса ресурстарын басқару және биоэнергия өндіру туралы білімді жақсарту үшін халықаралық жобалардағы ынтымақтастықты кеңейтуді ұсынады.

Аравинд Кумар және басқа зерттеушілер [2] биоэнергия мен биоотын өндіру үшін қазба отындарының балама көзі ретінде ауылшаруашылық биомассасына назар аударады. Олардың ойынша, энергетикалық дақылдар тұтыну үшін бұл үдерісті экономикалық тұрғыдан тиімді ету қажет.

Чих-Чун Кунг және басқа ғалымдар еңбектерінде биокөмір арқылы биоэнергия өндіруді қарастыруға. Зерттеу барысында ауылшаруашылық қалдықтары мен жануарлардан алынатын қалдықтардан алынған биокөмірге басты назар аударған [3].

Мартинхо В. және Родригес Р. биоэнергетика мен ауыл шаруашылығы, орман шаруашылығы және басқа да жерді пайдалану арасындағы байланысты талдау бағытын зерттеп, цифрлық технологиялардың көмегімен қадағалау өлшемдерін әзірлеген [4].

Теренсе Венга және басқалар [5] Зимбабве елінің ауыл шаруашылығында түзілген биомассасының биоэнергия өндіру әлеуетін қарастырған. Зерттеу көрсеткендей, Зимбабведе энергия өндіруге қол жетімді биологиялық қалдықтардың едәуір мөлшері бар, бірақ қазіргі уақытта пайдаланылмайды және ауылшаруашылық пен экологиялық биомасса қажеттіліктері мен бәсекеге қабілетті пайдалануға зиян келтірместен жиналуы мүмкін.

Харуна Адами және басқа ғалымдар [6] ғылыми зерттеулерінде жаңартылатын биоэнергетиканы енгізуге деген таңғаларлық қызығушылық парниктік газдар шығарындыларының өсуін шектеуге, жаһандық жылынуға, климаттың өзгеруін азайтуға, қол жетімді және тұрақты энергияны қамтамасыз етуге бағытталған белсенді қадам екенін атап көрсеткен.

Отандық ғалымдар Бақтияр Б. және басқалар [7] ауыл шаруашылығына биоэнергияны енгізудің баға мен тиімділік көрсеткіштерін, жобалардың өтелу мерзімін, экономикалық, экологиялық және әлеуметтік факторларын, биомассаның қолжетімділігін зерттеген. Олардың пікірінше, биоэнергияны дамыту ауыл шаруашылығы қалдықтарын кәдеге жарату жөніндегі отандық ғылыми жобаларға ерекше назар аудару қажет.

Тасмаганбетов А.Б. және басқа зерттеушілер [8] биоэнергияны өндіру үшін тиімді биомасса жеткізу тізбегін қамтамасыз етуге көңіл бөлген. Бұл ғалымдардың ойынша, ресурстардың қол жетімділігінің тұрақты шектеріне әсер ететін көптеген факторларға (көлік техникасына, қашықтыққа, ресурстарды қайта өңдеу орындарына, қол жетімді инфрақұрылымға) назар аударған жөн.

Шетелдік және отандық ғалымдар ғылыми еңбектерінде биомасса ресурстарын биоотын және биокөмір алу үшін тиімді басқару мен тасымалдауды, биоэнергия өндіруде цифрлық технологияларды қолдануды, биоэнергияны енгізуге әсер ететін факторларды қарастырған.

Дегенмен, шолу жасалған ғылыми еңбектерде ауыл шаруашылығында биоэнергияны енгізудің тиімділік бағыттарын жүйелеп көрсетпеген.

Негізгі бөлім. Биоэнергия барлық үш энергетикалық салада (мысалы, электр энергиясы, көлік және жылу) пайдаланылатын жалғыз жаңартылатын энергия көзі болып табылады. Жел немесе күн

энергиясы еркін қол жетімді болса, ал биоэнергия отынды үнемі пайдалануды қажет етеді және басқаларға қарағанда жеткізу құны жоғары. Өйткені, биоэнергия өндіретін компаниялар сатудан түсетін түсімдерді жүзеге асыру үшін екі жылға дейін күтетін ұзақ ақша ағынының мерзімін тосады. Бұл сонымен қатар биоэнергия компаниялары тұтынушылардың несие қабілеттілігін дәл бағалай білуі керек, бұл тұтынушылар жағдайы өзгерген сайын жаңа орындар мен нарықтарға кіру тәуекелдерін арттыра алады. Осыған байланысты отынмен қамтамасыз етудегі шектеулер мен қалдықтарды азайту үшін қолданылатын технологиялар биоэнергияны пайдалануда кейбір мәселелерге әкелуі мүмкін.

Қазіргі уақытта IRENA (2024) статистикасының 2019-2023 жылдар аралығындағы алынған мәліметтеріне сәйкес биоэнергетикалық жабдықтың орнатылған қуаты жыл сайын артып келеді (кесте 1).

1-кесте

Жаһандық биоэнергетика нарығында орнатылған биоэнергетикалық құрылғылардың қуаты, МВт*

Көрсеткіштер	2019	2020	2021	2022	2023	2019-2023 жылдардағы өзгеріс (+, -)
Биогаз	19316	20204	20377	20815	21399	+2083
Сұйық биоотын	3326	3235	2738	2835	2838	-488
Тұрмыстық қалдықтан алынған биоотын	14231	16040	19017	20391	21436	+7205
Қатты биоотын (оның ішінде ауыл шаруашылығы)	88371	93722	97379	101856	104588	+16217
Барлығы	125244	133201	139511	145897	150261	+25017

* [9] дереккөзі негізінде авторлармен құрастырылған

Кестеде мәліметтері соңғы бес жыл ішінде нарықта орнатылған биоэнергетикалық құрылғылардың қуаты 25017 МВт өскенін көрсетіп тұр. Осы уақыт аралығында биогаз, тұрмыстық қалдықтан алынған биоотын және қатты биоотын өссе, ал сұйық биоотын мөлшері азайған. Дегенмен, биоэнергияның оң нәтижесі мен өзектілігіне қарамастан, биомассаны қалыптастыру мен өңдеуге байланысты қиындықтар туындауы мүмкін.

Қазіргі уақытта, әлемдік нарықта қатты биоотын, оның ішінде ауыл шаруашылығы алынатын биомассаны қолданатын құрылғылар басты орында тұр. Олардың қуаты соңғы бес жыл ішінде 16217 МВт өскен. Ауыл шаруашылығы қалдықтарын пайдалануда биоэнергияның жасырын, жанама немесе кездейсоқ әсерлері болуы мүмкін, бұл бүкіл әлем бойынша құрлықта сақталған көміртегінің мөлшерін айтарлықтай өзгертеді. Осыған байланысты, қалдықтарды жою әрекеті кезінде биоэнергияның кейбір нысандары немесе түрлері (мысалы, ауыл шаруашылық қалдықтары) парниктік газдар шығарындыларына әкеліп соғуы мүмкін, сол арқылы климаттың өзгеруіне, жаһандық жылынуға және басқа да экологиялық зардаптарға әкелетінін айту жеткілікті.

Осыған орай ауыл шаруашылығында биоэнергияны өндіруге әсер ететін жағымды және жағымсыз салдарды анықтау болады.

Биоэнергияны ауыл шаруашылығында дамытудың жағымды жақтарына фермерлердің кірістерін арттыру, ауыл шаруашылығы өндірісін әртараптандыру, ауылдық аймақтардағы инфрақұрылым мен жұмыс орындарын дамыту, парниктік газдар шығарындыларын азайту және басқаларды жатқызуға болады.

Биоэнергия дамуының жағымсыз салдарына энергетикалық дақылдарды өсіру үшін жерге деген сұраныстың артуы, ормандағы ағаштардың көп кесілуі, биоәртүрліліктің төмендеуі, парниктік газдар шығарындыларының көбеюі және басқалар жатады.

Ауыл шаруашылығында биоэнергия құрылғыларын орнату үшін міндетті түрде олардың тиімділігін бағалаған жөн. Біздің ойымызша, ауыл шаруашылығы ұйымдарында осындай кешендерді енгізудің тиімділігін бағалауды басты үш кезеңге топтастырған жөн (сурет 1).



1-сурет. **Биоэнергия құрылғыларын енгізудің тиімділігін бағалау кезеңдері***

** Авторлармен құрастырылған*

Бастапқы кезеңде құрылғының жұмыс істеу нұсқасы мен талаптары, көрсеткіштер жиынтығы және қолда бар бастапқы ақпарат көлемінің жеткіліктілігі бағаланады.

Есептеу кезеңінде жоба бойынша күрделі салымдарды анықтау, ақша түсімдерін есептеу, ақша қаражатының шығуын есептеу, сондай-ақ таза келтірілген құн және жобаның тиімділігін бағалаудың динамикалық өтелу мерзімі, пайдалылық индексі сияқты қосымша көрсеткіштер бойынша операциялар дәйекті түрде орындалады және кірістің ішкі нормасы анықталады.

Сараптамалық кезеңде есептеулердің екінші кезеңінде орындалған көрсеткіштерге экономикалық түсініктемелер жасалады және жобаны қабылдау (қабылдамау) немесе бастапқы қабылданған ұсынысты өзгерту туралы қорытынды жасалады.

Осылайша, әзірленген әдістемені пайдалану ауыл шаруашылығы кәсіпорындарында биоэнергия құрылғыларын енгізу тиімділігін бағалаудың әдістемелік ережелерін әзірлеуге, сондай-ақ шешімдер қабылдау үдерісін әдістемелік қамтамасыз ету деңгейін арттыруға ықпал етеді.

Қорытынды. Зерттеу барысында әлемдік нарықта қатты биоотын, оның ішінде ауыл шаруашылығы қалдықтарынан алынатын биомассаны қолданатын құрылғылардың көбейгені анықталды. Ауыл шаруашылығы қоршаған орта қалдықтарының негізгі көздері болып табылады және биоэнергия өндіру көздері ретінде басты орынға шығуы мүмкін.

Сол себепті ауыл шаруашылығында биоэнергияны өндіруді енгізудің мынадай жолдарын ұсынуға болады:

- биоэнергетикалық өнімдерге қалдықтарды қайта өңдеу және қайта пайдаланудың технологиялық құралдарын енгізу. Жаһандық ортадағы барлық елдер қалдықтарды жоюға бағытталған технологиялық құрылғыларды енгізуге ұмтылуы керек;

- аймақтық тұрақты дамуға баса назар аудара отырып, биоэнергия өндіру бағыттарын әзірлеу. Ауқымды биоэнергия өндірісі аймақтық ауқымда белгілі бір энергетикалық (мысалы, энергетикалық өнімдер), қоршаған ортаға (мысалы, парниктік газдар шығарындыларын азайту), экономикалық (мысалы, пайда) және әлеуметтік (мысалы, жаңа жұмыс орындары) әсер етуі мүмкін;

- аймақтағы ауыл шаруашылығының географиялық орналасуы мен мамандануына байланысты биомассаның әлеуетін бағалау. Тиімді аймақтық саясатты қабылдау және іске асыру тұрақты биоэнергетикалық жүйені дамытуға ықпал етеді;

- биоэнергия өндіру технологиясын енгізу бойынша мемлекеттік органдар, жеке кәсіпорындар және ғылыми-зерттеу институттары арасындағы серіктестікті жандандыру. Бұл тәжірибені пайдалану, сондай-ақ биоэнергия өндірісін кеңінен енгізуге жәрдемдесу үшін икемді мемлекеттік саясатты талап етеді.

Осылайша, биоэнергияны қолдау және пайдалану жалпы пайданы барынша арттыруға және қалдықтарды кәдеге жарату шығындарын азайтуға бағытталуы керек. Келешекте ауылшаруашылық биомассасын тиісті алдын ала өңдеу әдістері арқылы қосылған құны бар әртүрлі биоэнергетикалық өнімдерді өндіру үшін әлеуетті субстанция ретінде пайдалануды зерттеу қажеттілігі туындайды.

Мақаланы Ғылым және жоғары білім министрлігінің Ғылым комитеті қаржыландырған (грант № AP13268757).

ӘДЕБИЕТТЕР

1. Anvari S., Aguado R., Jurado F., Fendri M., Zaier H., Larbi A., Vera D. Analysis of agricultural waste/byproduct biomass potential for bioenergy: The case of Tunisia // *Energy for Sustainable Development*. – Volume 78. – 2024. – P. 101367. – DOI: 10.1016/j.esd.2023.101367.
2. Aravind K., Sathish S., Prabu D., Annam Renita A., Saravanan A., Deivayanai V.C., Anish M., Jayaprabakar J., Baigenzhenov O., Hosseini-Bandegharai A. Agricultural waste biomass for sustainable bioenergy production: Feedstock, characterization and pre-treatment methodologies // *Chemosphere*. – Volume 331. – 2023. – P. 138680. – DOI: 10.1016/j.chemosphere.2023.138680.
3. Chih-Chun Kung, Bruce A. McCarl, Chi-Chung Chen, Li-Jiun Chen. Environmental Impact and Bioenergy Potential: Evaluation of Agricultural Commodity and Animal Waste Based Biochar Application on Taiwanese Set-aside Land // *Energy Procedia*. – Volume 61. – 2014. – P. 679-682. – DOI: 10.1016/j.egypro.2014.11.941.
4. Vítor João Pereira Domingues Martinho, Raimundo Nonato Rodrigues. Bioenergy relations with agriculture, forestry and other land uses: Highlighting the specific contributions of artificial intelligence and co-citation networks. // *Heliyon*. – Volume 10. – Issue 4. – 2024. – P. 26267. – DOI: 10.1016/j.heliyon.2024.e26267.
5. Terrence Wenga, Shyleen R Chinyama, Willis Gwenzi, Imtiaz Ali Jamro. Quantification of bio-wastes availability for bioenergy production in Zimbabwe // *Scientific African*. – Volume 20. – 2023. – P. 01634. – DOI: 10.1016/j.sciaf.2023.e01634.
6. Haruna Adamu, Usman Bello, Abubakar Umar Yuguda, Usman Ibrahim Tafida, Abdullahi Mohammad Jalam, Ahmed Sabo, Mohammad Qamar. Production processes, techno-economic and policy challenges of bioenergy production from fruit and vegetable wastes // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. – Volume 186. – 2023. – P. 113686. – DOI: 10.1016/j.rser.2023.113686.
7. Бахтияр Б., Турсунбаева Г., Бейсенбаев М. Возможности разработки биогаза // *Вестник КазАТК*. – 2022. – 123(4). – С. 407-415. – DOI: 10.52167/1609-1817-2022-123-4-407-415.
8. Тасмағанбетов А.Б., Есенгельдин Б.С., Ахметова З.Б., Сапарғали А.М. Қазақстанда биоэнергияны өндіруде заманауи технологияларды қолдану болашағы // *ҚазЭҚХСУ жаршысы*. – 2023. – №3 (52). – Б. 336-343.
9. IRENA, Renewable capacity statistics 2024 [Electronic resource] // International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi. – URL: <https://www.irena.org/Publications/2024/Mar/Renewable-capacity-statistics-2024>.

REFERENCES

1. Anvari S., Aguado R., Jurado F., Fendri M., Zaier H., Larbi A., Vera D. Analysis of agricultural waste/byproduct biomass potential for bioenergy: The case of Tunisia // *Energy for Sustainable Development*. – Volume 78. – 2024. – P. 101367. – DOI: 10.1016/j.esd.2023.101367.
2. Aravind K., Sathish S., Prabu D., Annam Renita A., Saravanan A., Deivayanai V.C., Anish M., Jayaprabakar J., Baigenzhenov O., Hosseini-Bandegharai A. Agricultural waste biomass for sustainable bioenergy production: Feedstock, characterization and pre-treatment methodologies // *Chemosphere*. – Volume 331. – 2023. – P. 138680. – DOI: 10.1016/j.chemosphere.2023.138680.
3. Chih-Chun Kung, Bruce A. McCarl, Chi-Chung Chen, Li-Jiun Chen. Environmental Impact and Bioenergy Potential: Evaluation of Agricultural Commodity and Animal Waste Based Biochar Application on Taiwanese Set-aside Land // *Energy Procedia*. – Volume 61. – 2014. – P. 679-682. – DOI: 10.1016/j.egypro.2014.11.941.
4. Vítor João Pereira Domingues Martinho, Raimundo Nonato Rodrigues. Bioenergy relations with agriculture, forestry and other land uses: Highlighting the specific contributions of artificial intelligence and co-citation networks. // *Heliyon*. – Volume 10. – Issue 4. – 2024. – P. 26267. – DOI: 10.1016/j.heliyon.2024.e26267.

5. Terrence Wenga, Shyleen R Chinyama, Willis Gwenzi, Imtiaz Ali Jamro. Quantification of bio-wastes availability for bioenergy production in Zimbabwe // *Scientific African*. – Volume 20. – 2023. – P. 01634. – DOI: 10.1016/j.sciaf.2023.e01634.

6. Haruna Adamu, Usman Bello, Abubakar Umar Yuguda, Usman Ibrahim Tafida, Abdullahi Mohammad Jalam, Ahmed Sabo, Mohammad Qamar. Production processes, techno-economic and policy challenges of bioenergy production from fruit and vegetable wastes // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. – Volume 186. – 2023. – P. 113686. – DOI: 10.1016/j.rser.2023.113686.

7. Bahtijar B., Tursunbaeva G., Bejsenbaev M. Vozmozhnosti razrabotki biogaza [Biogas Development Opportunities] // *Vestnik KazATK*. – 2022. – 123(4). – S. 407-415. – DOI: 10.52167/1609-1817-2022-123-4-407-415 [in Russian].

8. Tasmaganbetov A.B., Esengel'din B.S., Ahmetova Z.B., Sapargali A.M. Kazakstanda biojenergijany ondirude zamanauı tehnologıjalary koldanu bolashagy [Prospects for the use of modern technologies in bioenergy production in Kazakhstan] // *KazEKHSU zharshysy*. – 2023 – №3 (52). – B. 336-343 [in Kazakh].

9. IRENA, Renewable capacity statistics 2024 [Electronic resource] // International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi. – URL: <https://www.irena.org/Publications/2024/Mar/Renewable-capacity-statistics-2024>.

Тасмаганбетов А.Б., Есенгельдин Б.С., Атаниязов Ж., Толымгожинова М.К.

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ БИОЭНЕРГИИ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Аннотация

В статье рассмотрены особенности производства биоэнергии в сельском хозяйстве. Литературный обзор показал, что отечественные и зарубежные ученые исследуют различные аспекты внедрения биоэнергии в сельском хозяйстве: вопросы эффективного управления и транспортировки ресурсов биомассы для производства биотоплива и биоугля, использование цифровых технологий в производстве биоэнергетики, а также факторы, влияющие на внедрение биоэнергетики. В ходе анализа было установлено, что на мировом рынке увеличилось количество устройств, использующих твердое биотопливо, в том числе биомассу, полученную из сельскохозяйственных отходов. Авторами статьи предложены механизмы, которые будут способствовать развитию методических положений по оценке эффективности внедрения оборудования по биоэнергии в сельском хозяйстве, а также повышению уровня методической обеспеченности процесса принятия решений. В статье рекомендованы основные направления развития биоэнергии в сельском хозяйстве: внедрить технологические средства для переработки и повторного использования отходов в биоэнергетические продукты; разработать маршруты производства биоэнергии с упором на региональное устойчивое развитие; произвести оценку потенциала биомассы в зависимости от географического положения и специализации сельского хозяйства региона; активизировать партнерства между государственными учреждениями, частными предприятиями и исследовательскими институтами по внедрению технологии производства биоэнергии.

Tasmaganbetov A., Yessengeldin B., Ataniyazov Zh., Tolymgozhinova M.

MAIN DIRECTIONS OF DEVELOPMENT OF BIOENERGY IN AGRICULTURE

Annotation

The article discusses the features of bioenergy production in agriculture. The literature review showed that domestic and foreign scientists are exploring various aspects of the introduction of bioenergy in agriculture: issues of effective management and transportation of biomass resources for the production of biofuel and biochar, the use of digital technologies in the production of bioenergy, as well as factors influencing the introduction of bioenergy. The analysis found that the number of devices using solid biofuels, including biomass obtained from agricultural waste, has increased on the world market. The authors of the article proposed mechanisms that will contribute to the development of methodological provisions for assessing the effectiveness of the introduction of bioenergy equipment in agriculture, as well as increasing the level of methodological support for the decision-making process. The article recommends the main directions for the development of bioenergy in agriculture: to introduce technological means for processing and reusing waste into bioenergy products; develop bioenergy production routes with a focus on regional sustainable development; assess the potential of biomass depending on the geographical location and specialization of agriculture in the region; Strengthen partnerships between government agencies, private enterprises and research institutions to implement bioenergy technology.