

Виробництво та перспективи використання біопалива у Вінницькій області

Метою статті є аналіз застосування біопалива в сільському господарстві та визначення перспектив використання біоресурсного потенціалу Вінниччини в забезпеченні енергетичної безпеки регіону. Проаналізовано стан виробництва паливно-енергетичних ресурсів в Україні. Оцінено технічно досяжний енергетичний потенціал Вінниччини та енергетичну продуктивність основних сільськогосподарських культур. Здійснено орієнтовний розрахунок собівартості виробництва біоетанолу. Досліджено динаміку посівних площ основних енергетичних культур у Вінницькій області. Розраховано потенційний вихід твердого біопалива з багаторічних енергетичних культур у Вінницькій області та проведено порівняння вартості теплової енергії природного газу та паливних гранул. Виявлено, що найбільш вигідним є виробництво біоетанолу з меляси та цукрового сиропу. В цьому випадку рівень собівартості біоетанолу дозволяє отримати прибуток від його оптової реалізації. Потенційний вихід твердого біопалива з багаторічних енергетичних культур за умов використання лише 5 % площ сільськогосподарських земель Вінницької області може становити 2,37 млн. т. готових твердопаливних гранул.

Ключові слова: сільське господарство, альтернативна енергетика, біопаливо, енергетична продуктивність, біоресурсний потенціал.

Е.П. СКОРУК

(Вінницький національний аграрний університет, г. Вінниця, Україна)

Производство и перспективы использования биотоплива в Винницкой области

Целью статьи является анализ применения биотоплива в сельском хозяйстве и определение перспектив использования биоресурсного потенциала Винницкой области в обеспечении энергетической безопасности региона. Проанализировано состояние производства топливно-энергетических ресурсов в Украине. Оценен технически достижимый энергетический потенциал Винницкой области и энергетическая производительность основных сельскохозяйственных культур. Осуществлен ориентировочный расчет себестоимости производства биоэтанола. Исследована динамика посевных площадей основных энергетических культур в Винницкой области. Рассчитано потенциальный выход твердого биотоплива из многолетних энергетических культур в Винницкой области и проведено сравнение стоимости тепловой энергии природного газа и топливных гранул. Выведено, что наиболее выгодным является производство биоэтанола из мелассы и сахарного сиропа. В этом случае уровень себестоимости биоэтанола позволяет получить прибыль от его оптовой реализации. Потенциальный выход твердого биотоплива из многолетних энергетических культур при использовании только 5 % площадей сельскохозяйственных земель Винницкой области может составлять 2,37 млн. т готовых твердоотопливных гранул.

Ключевые слова: сельское хозяйство, альтернативная энергетика, биотопливо, энергетическая производительность, биоресурсный потенциал.

O.P. SKORUK

(Vinnytsia National Agrarian University, Vinnytsia, Ukraine)

Production and Prospects of Using Biological Fuel in Vinnytsia Region

The article analyzes the use of biological fuel in agriculture and outlines the prospects of using biological resources of Vinnytsia Region in ensuring the energy security of the area. The conditions of production of fuel & energy

* Скорук Олена Петрівна, доцент кафедри адміністративного менеджменту та альтернативних джерел енергії, Вінницького національного аграрного університету (м. Вінниця), кандидат економічних наук, доцент.

resources in Ukraine are analyzed. The practically achievable energy potential of Vinnytsia and the energy production of major agricultural crops are assessed. The cost price of bioethanol production has been calculated on an estimation basis. The dynamics of cultivated areas for major energy-yielding crops in Vinnytsia Region has been studied. The potential output of solid biological fuel by perennial energy-yielding crops in Vinnytsia Region has been calculated and the cost of heat energy of natural gas against that of fuel pellets has been compared. It is found that the production of bioethanol from molasses and sugar syrup appears to be the most profitable. In this case, the bioethanol cost price rate allows gaining profits from the wholesales of that stuff. The potential output of solid biological fuel from perennial energy-yielding crops given the use of only 5% of farmlands of Vinnitsia Region may account for 2.37 mln. tons of ready solid fuel pellets.

Keywords: agriculture, alternative energetics, biofuel, energy productivity, bioresource potential.

Постановка проблеми. Енергетика України значною мірою базується на імпорті енергетичної сировини – нафти, газу, бензину – ціна на яку постійно зростає. Ця тенденція з року в рік буде посилюватися, адже видобуток викопних джерел енергії скорочується і в найближчій перспективі запаси цих енергоносіїв будуть вичерпані. Підвищити енергетичну безпеку можна завдяки використанню відновлюваних джерел енергії. На сьогодні їх частка є незначною, проте спостерігається широке їх впровадження в багатьох країнах світу. Специфіка наявного ресурсного потенціалу окремої держави є визначальною у розвитку відновлюваних джерел енергії. Для України поширення їх використання в загальному енергобалансі із одночасним впровадженням енергозберігаючих технологій сприятиме не тільки підвищенню енергозабезпечення, але й покращенню екологічних параметрів суспільства. В цьому аспекті важливого значення набуває використання біоресурсного потенціалу сільського господарства, диверсифіковане спрямування якого на продовольчі, кормові, енергетичні цілі, а також збереження агроєкосистем підвищить ефективність господарювання аграрних підприємств. Також, використовуючи енергетичні рослини не вибагливі до якості ґрунту та його ландшафтних особливостей, можна покращити структурну складову біорізноманіття та оптимізувати ефективність використання земельних ресурсів країни.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Комплексні дослідження стосовно вирощування енергетичних культур, оцінки біоенергетичного потенціалу та забезпечення енергетичної безпеки здійснили Г.Г. Гелетуха [1], Г.М. Калетнік, В.А. Мазур [6], С.Т. Олійнічук [8], В.Ю. Фабіяньська [20], Б.С. Федорченко [21], Л.М. Хомічак [22] та інші. Однак, попри значну кількість наукових досліджень за піднятою тематикою, залишаються невирішеними та відкритими питання щодо проблем використання біоресурсів, а також застосування їх у виробничому процесі.

Метою статті є окреслення проблем застосування біопалива в сільському господарстві, а також визначення перспектив використання біоресурсного потенціалу Вінницьчини в забезпеченні енергетичної безпеки регіону.

Методи дослідження. Для виконання поставленого завдання в ході його проведення використано економіко-статистичні методи дослідження, зокрема монографічний, табличний та графічний методи.

Виклад основного матеріалу. Власний видобуток нафти в Україні задовольняє потребу національної економіки лише на 6-10%. У 2015 р. він становив 2,4 млн. т, у 2010 р. – 2,9 млн. т, а в 2005 р. – 3 млн. т (табл. 1).

Таблиця 1

Виробництво в Україні нафти, бензину, дизпалива, млн. т

Енергетичні ресурси	Роки						
	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Нафта	3	2,9	2,6	2,42	2,29	2,17	2,4
Бензин	5	3,26	2,86	2,84	1,63	0,963	0,587
Дизпаливо	6,27	3,90	3,71	2,66	1,37	0,951	0,566

Джерело: узагальнено автором на основі [12].

Таким чином, у 2015 р. скорочення видобутку нафти у порівнянні з 2010 р. становило 17% (500 тис. т), а в порівнянні з 2005 р. – 20% (600 тис. т). Скорочується в Україні також і виробництво власного бензину та дизельного палива. Так, у 2005 р. було вироблено 5 млн. т бензину, у 2010 р. – 3,26 млн. т, а у 2015 р. лише 587 тис. т. Отже, виробництво бензину в Україні за 9 років скоротилось у 8,5 разів, що говорить про те, що наша країна з кожним роком стає все більш енергетично залежною.

На території України розташовано шість нафтопереробних заводів (далі – НПЗ) загальною проектною потужністю – 51 млн. т сирової нафти на рік

та Шебелинський газопереробний завод (ШГПЗ), який також виробляє дизельне паливо та бензин.

Проектна потужність кожного із заводів становить: Кременчуцького – 18,6 млн. т, Лисичанського – 16,0 млн. т, Херсонського – 7,1 млн. т, Дрогобицького – 3,5 млн. т, Одеського – 2,8 млн. т, Надвірнянського – 2,6 млн. т. [1]. У 2012 р. НПЗ України працювали лише на 5-16,6% від своїх виробничих потужностей та скоротили обсяг переробки до 4,3 млн. т, що на 50,8% менше, ніж у 2011 р. Переробка нафтової сировини на вітчизняних НПЗ і Шебелинському ГПЗ у 2013 р. скоротилася порівняно з 2012 р. на 26,1% – до 3,377 млн. т [5].

Економіка та менеджмент

Недозавантаженість нафтопереробних заводів в Україні є наслідком того, що в Україну імпортують не сиру нафту, а готовий бензин та дизельне паливо. В результаті вітчизняні нафтопереробні потужності залишаються не задіяними, зменшується кількість робочих місць, а держава втрачає надходження до державного бюджету. Така тенденція все більше спонукає до впровадження в усі сфери економіки нових енергоощадних технологій і розвитку альтернативних джерел енергії, в першу чергу за рахунок зростання долі використання біоенергетичних ресурсів, особливо в сільському господарстві, що дозволить забезпечити раціональне та ефективне використання біоресурсного потенціалу.

Одним з перспективних напрямків альтернативної енергетики в агросфері виступає виробництво та використання біопалива, яке здатне забезпечити сільське господарство власними енергетичними ресурсами та знизити виробничі витрати на паливні ресурси. Крім цього, однією з вимог Європейського Союзу до країн-кандидатів є рівень використання відновлюваних джерел енергії не нижчий за середньоєвропейський. Для України, стратегічною метою якої є інтеграція до ЄС, це повинно стати додатковим аргументом на користь розвитку відновлюваних джерел енергії, насамперед біоенергетики.

Існує декілька видів палива, які є альтернативою нафти і природного газу:

1) Біогаз – газ, який отримується шляхом метанового бродиння біомаси;

2) Біодизельне паливо – пальне на основі рослинних та тваринних жирів;

3) Біоетанол – етанол, що виробляється з зерна, деревини або біомаси;

4) Тверді біопалива, які отримують шляхом подрібнення, сушіння та пресування відходів рослинної біомаси (тріска, тирса, солома, стебла і т.п.).

Впровадження інтенсивних енергоощадних та безвідходних технологій в економіку країни, раціональне та ефективне використання біоресурсного потенціалу вимагатиме реалізації комплексу техніко-технологічних заходів і застосування системи державних механізмів, що забезпечує зростання їх ролі у країні.

Вінниччина є потужною промисловою та аграрною областю, інноваційна діяльність якої ефективна за цілим рядом напрямків. Одним з таких важливих стратегічних напрямків є біоенергетика, оскільки сучасні зміни в енергетичному векторі держави передбачають створення надійної і ефективної селекційної бази енергетичних культур, розробку проектів із залучення інвестицій в агропромисловий комплекс для розбудови потенційних об'єктів з виробництва біоетанолу, біодизелю, біогазу, твердих біопалив та запровадження системи альтернативного енергоспоживання. Технічно досяжний енергетичний потенціал Вінниччини за побічною продукцією сільського господарства, за даними Міністерства аграрної політики, складає 0,69 млн. т у.п. (табл. 2). За цим показником область займає 6 місце серед інших областей України.

Таблиця 2

Технічно досяжний енергетичний потенціал Вінниччини

№ п/п	Енергетичний потенціал	Україна в цілому, млн. т у.п.	Вінниччина, млн. т у.п.	Рейтингове місце серед областей України
1	За побічною продукцією сільського господарства	13,03	0,69	6
2	Деревної біомаси	1,75	0,06	9
3	Потенціал енергетичних культур	13,24	0,58	8
4	Відходів тваринництва	2,81	0,17	1
5	Біодизелю з ріпаку	0,56	0,047	2
6	Біоетанолу	2,57	0,16	5

Джерело: [6].

Вінниччина за енергетичним потенціалом деревної біомаси (60 тис. т у.п.) – на 10 місці, за потенціалом енергетичних культур (580 тис. т у.п.) – на 9 місці, за енергетичним потенціалом з відходів тваринництва (171,4 тис. т у.п.) – на 1 місці, за енергетичним потенціалом біодизелю з ріпаку (47,1 тис. т у.п.) – на 2 місці, за енергетичним потенціалом біоетанолу (166,7 тис. т у.п.) – на 5 місці. Таким чином, даний регіон надзвичайно привабливий для розвитку біоенергетики як в плані наукових досліджень, так і в плані промислового виробництва альтернативних видів палива.

Традиційно для виробництва біологічних видів

палива використовують ріпак, кукурудзу, цукровий буряк. На ці культури в структурі посівних площ області припадає від 4 до 9 %, а кукурудзи на зерно в середньому за період 2011-2015 рр. до 18 %.

Представлені в таблицях дані вказують на те, що Вінниччина має доволі збалансовану систему структури посівних площ для виробництва альтернативних видів палива.

Енергетичні культури в структурі посівних площ області складають від 3 до 18 % за високого вмісту бобових компонентів таких як соя – 8,1 %. Перелічені культури мають різну енергетичну продуктивність (табл. 3).

Енергетична продуктивність сільськогосподарських культур

Назва показника	Ріпак (біодизель)	Цукровий буряк (біоетанол)	Кукурудза (біоетанол)	Кукурудза (біогаз)
Паливний еквівалент	0,91	0,65	0,65	1,40
Тепловіддача, МДж/л	33,10	21,2	21,2	50,0
Біомаса, т/га	3,0	35,0	4,10	45,0
Біопаливо, л/т біомаси	401,5	65,1	240,4	79,0 кг/т
Біопаливо, л/га	1204,4	2280,2	985,7	3555,0 кг/т
Паливний еквівалент на 1 га	1096,0	1482,1	640,7	4977
Валовий вихід пального, ГДж/га	39,9	48,3	20,9	178

Джерело: [6].

Проаналізуємо, яку кількість палива споживає сільськогосподарське виробництво як основна галузь народного господарства у Вінницькій області (табл. 4). Із таблиці 4 видно, що споживання дизельного пального у 2015 р. становило 78,7 тис. т, що на 2,11 тис. т більше, ніж у 2011 р. Споживання його на гектар, в свою чергу, зросло на 3,5 кг, що може говорити про підвищення механізації польових

робіт. Споживання бензину у сільському господарстві, також зросло на 1,7 тис. т, а його споживання на гектар збільшилось 1,4 кг. За таких умов, коли потреба в енергетичних матеріалах є значною, а їх виробництво практично відсутнє, виникає необхідність пошуку альтернативних джерел енергії та дослідження її потенційних можливостей.

Таблиця 4

Споживання нафтопродуктів у сільському господарстві Вінниччини

Витрати пального	Роки					Відхилення 2015р. до 2011 р.	
	2011	2012	2013	2014	2015	+/-	%
Дизельне пальне, т	76541	78950	82134	77270	78723,8	2182,8	102,9
в т.ч. на 1га ріллі, кг/га	63,2	69,9	69,4	64,4	66,7	3,5	105,6
Бензин, т	12187	15481	15189	12934	13947,8	1760,8	114,0
кг/га в т.ч. на 1га ріллі,	10,6	13,7	12,8	10,8	12,0	1,4	113,0

Джерело: узагальнено автором за даними [12, 11, 22].

Екологічно безпечне та відновлюване паливо, яке здатне замінити нафтовий дизель може бути виготовлено на основі рослинних олій, оскільки вони мають близьку до дизельного палива самозаймистість і теплоту згорання. Сировиною для отримання такого палива виступає ріпак, соя, пальмова олія та інші жири. Саме ці культури розглядаються в якості перспективного напрямку у розвитку енергетики. В останні роки для дизельних двигунів стали широко використовувати біологічне дизельне паливо – ефіри жирних кислот, отримувані в результаті етерифікації, в основному, рослинних олій. В тропічних країнах дизельні двигуни переоснащують для роботи на пальмовій олії (Малайзія), в Європі – на ріпаково-метиловому ефірі (біодизелі). В Україні лідируючою культурою для виробництва біодизельного палива виступає ріпак, друге місце займає соняшник, оскільки завдяки природно-кліматичним умовам забезпечується достатньо висока урожайність даних культур. Проте існують різні думки стосовно ефективності виробництва даного виду палива. Так, на думку М. Колесник, саме високі ціни на сировину та відсутність нормативної бази заважають припливу інвестицій у будівництво великих біодизельних заводів. Як зазначає дослідник, в Україні не існує жодного повноцінної діючого заводу з виробництва біодизеля, а також відсутні затвержені на державному рівні інвестиційні плани такого

будівництва. Наявність попиту спричиняє підвищення експортних цін на український ріпак та особливий інтерес з боку Австрійських і Німецьких виробників біодизеля [16]. Відповідно до цього твердження спеціалісти з питань розвитку галузей біопалива Г.М. Забарний, С.О. Кудря, Є.В. Кузмінський, Г.О. Кухар стверджують, що будівництво великих заводів для виробництва біодизеля є недоцільним, оскільки буде відчуватись брак сировини для повного завантаження їх виробничих потужностей [4].

Наступний вид біопалива – біоетанол, що являє собою спирт етиловий обезводнений, який є продуктом переробки цукро- та крохмалевмісної сировини. Він може використовуватись в суміші з бензином і якщо вміст етанолу не перевищує 5-10 %, то його можна використовувати в будь-якому автомобілі. Крім цього, значною перевагою використання етанолу в якості палива є можливість використання існуючої інфраструктури. Потенційні потужності спиртових заводів України складають близько 600 тис. т, а потреби країни в українському підкацизному спирті – 250-300 тис. т. Решта потужностей може бути задіяна для виробництва біоетанолу [8].

В Україні біоетанол пройшов повний цикл стендових та експлуатаційних випробувань і в установленому порядку допущений до застосування.

Економіка та менеджмент

Результати випробування сумішевих бензинів з добавкою 6 % біоетанолу підтвердили, що енергетичні та економічні показники роботи на сумішевих бензинах не погіршуються порівняно з роботою на товарних бензинах А-80 та А-92 при загальному поліпшенні екологічних показників.

Законом України «Про альтернативні види палива» зі змінами від 19.06.2012 р. [13]. було передбачено поетапне збільшення нормативно визначеної частки виробництва і застосування біопалива та сумішевого палива. Зокрема у бензині у 2013 році рекомендувалося добавляти не менше 5 % біоетанолу. Починаючи з 2014 року п'ятивідсоткова частка біоетанолу мала би бути обов'язковою і зрости до 7 % з 2016 року, однак, дана норма не була виконана у зв'язку з відсутністю виробництва

необхідної кількості біоетанолу. Міністр економічного розвитку і торгівлі у грудні 2014 р. запропонував відтермінувати обов'язковий вміст біоетанолу до 2016 р., а в грудні 2015 р. закон взагалі втратив чинність на підставі Закону від 12.02.2015 р. № 191-VIII [14]. Проте у рамках базового сценарію Енергетичної стратегії України (схвалено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 24.07.2013 р. № 1071) [3] передбачається перехід на використання бензину з 10 % вмістом етанолу до 2020 р. і 15 % вмістом етанолу – до 2030 р.

Для реалізації положень закону, що втратив чинність, враховуючи обсяги споживання бензину у 2013 р. в Україні, для заміни 5 % бензину необхідно було виробити 199,25 тис. т, 7 % – 279 тис. т, 10 % – 398,5 тис. т біоетанолу (табл. 5).

Таблиця 5

Потреба України та Вінницької області у виробництві біоетанолу

	Споживання бензину у 2013 р., тис. т	Для заміни 5 % бензину, тис. т	Для заміни 7 % бензину, тис. т	Для заміни 10 % бензину, тис. т	Для заміни 15 % бензину, тис. т
Україна	3985	199,25	279	398,5	597,75
З них на потреби сільського господарства	295	15	21	30	45,0
Вінницька область	133,8	6,690	9,367	13,381	20,1

Джерело: сформовано автором за даними [10, 11].

В умовах загострення проблеми забезпечення України енергоносіями та зменшення попиту на білий буряковий цукор, доречно прискорити виробництво біоетанолу на основі цукрових буряків. Саме цю культуру можна вважати найперспективнішою у зв'язку з високою продуктивністю, великим виходом біоетанолу з 1 га посівів – близько 4,32 т. або 5,9 тис. л. та активною його культивуацією на території нашої країни. Цукровий буряк знаходиться на другому місці після кукурудзи за виходом енергії з 1 га, яка становить 174,7 ГДж.

Варто також наголосити, що біоетанол можна виробляти з меляси та проміжних продуктів переробки солодких коренеплодів: бурякового (дифузійного) соку, цукрового сиропу, зеленої патоки. Схему такого виробництва пропонують С.Т. Олійнічук та Л.М. Хомічак [22]. Відповідно до їх пропозиції, після отримання дифузійного соку з буряків його розділяють у співвідношенні 80 і 20 %. Більшу частину використовують в циклі виробництва цукру до стадії першої кристалізації, центрифугування та сушіння білого цукру. Утфель після центрифугування (біла патока) повертається на стадію кристалізації, а зелена патока виводиться з процесу, направляється на склад і може використовуватися як для виробництва цукру за потреби, так і для виробництва біоетанолу. Менша частина неочищеного дифузійного соку (20 %) направляється на культивування дріжджів та зброджування і виробництво біоетанолу. Така схема може працювати весь період сокодобування та виробництва цукру. По закінченню сезону сокодобування переробляють зелену патоку, в

залежності від потреби, на біоетанол чи цукор. При цьому з технологічного процесу цукрового виробництва з дифузійним соком і зеленою патокою виводиться біля 37 % цукру. Така схема створює умови для оперативного регулювання співвідношення цукор:біоетанол в залежності від внутрішнього споживання та експортного попиту. Потужність біоетанольної установки, за розрахунками С.Т. Олійнічука, визначається в залежності від кількості сировини та терміну її перероблення. Економічно обґрунтованою є кількість дифузійного соку в 20 % від його загального об'єму. Для цукрового заводу потужністю 3000 т буряків за добу це становить 720 м³/добу або 95,76 т цукру, з якого буде вироблено 6052 дал біоетанолу (48,4 т). За такої потужності біоетанольна установка буде працювати 90 днів на дифузійному соку та 44 дні на мелясі за третім варіантом і 141 день на зеленій патоці. У Франції, наприклад, щорічно з дифузійного соку виробляють до 1 млн. гл етанолу (близько 4 млн. л.). При цьому організовано одночасну роботу цукрового і спиртового заводів, на якому зі згущеного сирого соку одержують цукор-сирець, а з відтоку шляхом ферментації – спирт. Таким чином з 100 т бурякового цукру одержують 45 т рафінаду та 25 т етанолу. До того ж, відтік, який іде на ферментацію можна зберігати. Відомо, що Брауншвейгський інститут проводив досліди з одержання спирту на цукровому заводі Платинг. Згідно розрахунків, вихід спирту з 100 т буряку становить 9700 л, вихід сухого жому – 5,5 т та 2,4 т барди. Вихід етанолу – від 3200 до 4900 л/га, а при вирощуванні високоврожайних сортів можна досягнути 5000 л/га. У США промисловий

етанол виробляють більш як 40 компаній приблизно на 60 цукрових заводах. Загальний вихід продукції становить 2 млрд. галлонів у рік (близько 8 млрд. л) [22].

Отже, зарубіжний досвід використання сировинних ресурсів для виробництва біоетанолу свідчить, що в Україні може бути розроблена власна модель розвитку біоенергетичного потенціалу цукробурякової галузі.

Виробництво цукрових буряків у Вінницькій області без порушення науково-обґрунтованих сівозмін та продовольчої безпеки можна збільшити до 5748,7 тис. т та виробництва цукру в обсязі, затвердженому Міністерством аграрної політики України (квота «А» на виробництво цукру у 2015 р. була прийнятою в обсязі 432,33 тис. т) [15].

Проведемо розрахунки, взявши за основу вихід цукру 13,35 %, вихід меляси 5 %, вихід біоетанолу з 1 т цукрових буряків – 0,079 т, з 1 т меляси 0,237 т. та, як показують одержані В.С. Зрубченком дані, з дифузійного соку – 7 %. Розрахуємо потреби сировини для виробництва біоетанолу. За основу розрахунків візьмемо базовий вихід біоетанолу з 1 т цукру, що становить 63,2 дал [19].

Проведемо розрахунок собівартості виробництва біоетанолу з різних проміжних продуктів переробки

цукрових буряків (табл. 6). У розрахунку використаємо аналітичні дані станом на початок сезону цукроваріння 2015 року:

– середня вартість 1 т цукрових буряків на кінець вересня 2015 р. – 600 грн. із ПДВ, середня цукристість – 19 %;

– ціна 1 тис. м³ природного газу – 6 866 грн. з ПДВ та платою за транзит. Середня витрата газу – 0,32 тис. м³ на 1 т біоетанолу;

– ціна за 1 квт. год електроенергії – 1,8 грн. з ПДВ, середня витрата на 1 т біоетанолу – 132,1 квт. год;

– супутні матеріали – 130 грн. на 1 т біоетанолу;

– зарплата виробничих працівників 128 грн. на 1 т, планові нарахування – до 40 грн. на 1 т;

– зарплата адміністративних та невиробничих працівників – 35 грн. на 1 т, планові нарахування – до 40 %. Середня місячна заробітна плата по підприємству – 4000 грн., середньооблікова чисельність працівників – 102 особи.

При інтегрованому виробництві біоетанолу на цукровому заводі можна уникнути транспортних витрат та ПДВ на транспортування сировинних матеріалів, це дасть можливість суттєво знизити собівартість кінцевого продукту порівняно із виробництвом на іншому заводі.

Таблиця 6

Орієнтовний розрахунок собівартості виробництва біоетанолу на підприємствах Вінницької області

Елементи витрат в розрахунку на 1 т. біоетанолу	Меляса (46 % вміст цукрів) (потреба 4,22 т на 1 т біоетанолу) Собівартість 1600 грн./т)	Цукровий сироп (60 % вміст цукрів) (потреба 3,12 т на 1 т біоетанолу) Собівартість 3200 грн./т	Дифузійний сік (14,2 % вміст цукрів) (потреба 14,3 т на 1 т біоетанолу) Собівартість 950 грн./т
Сировина, грн./т	6752	9984	13585
Супутні матеріали, грн./т	130	130	130
Природний газ, грн./т	2197,1	2197,1	2197,1
Електроенергія, грн./т	237,8	230	237,8
Заробітна плата працівників з нарахуваннями, грн./т	165	165	165
Амортизаційні відрахування та витрати на ремонт і експлуатацію, грн./т	310	310	310
Загальновиробничі витрати, грн./т	810	810	810
Виробнича собівартість, грн./т	10 601,9	13826,1	17434,9
Адміністративні витрати, грн./т	165	165	165
Витрати на збут грн./т	86	86	86
Повна собівартість, грн./т	10852,9	14077,1	17685,9
Повна собівартість, грн./л (за густини біоетанолу 790 кг/м³)	8,57	11,12	13,97

Джерело: власні розрахунки автора.

Як свідчать дані таблиці 6, найбільш вигідним є виробництво біоетанолу з меляси, при цьому собівартість 1 л. становитиме 8,57 грн. та з цукрового сиропу – 11,12 грн. Виробництво із дифузійного соку є малоприбутковим, оскільки дає собівартість 13,97 грн./л. при ціні реалізації 14,2 грн./л. При оптовій ціні на біоетанол 18 000 грн. з ПДВ (у вересні – жовтні 2015 р.), галузь отримає прибуток від реалізації біоетанолу – 980 млн. грн.

Вінницька область має найбільші перспективи в організації виробництва біоетанолу, оскільки впродовж більше 20 років є лідером у галузі виробництва цукрових буряків завдяки сприятливим природно-кліматичним умовам. В області зосереджена найбільша кількість цукрових заводів, що пов'язано з наявністю сировинної бази. Динаміку посіву цукрових буряків можна спостерігати на рис. 1.

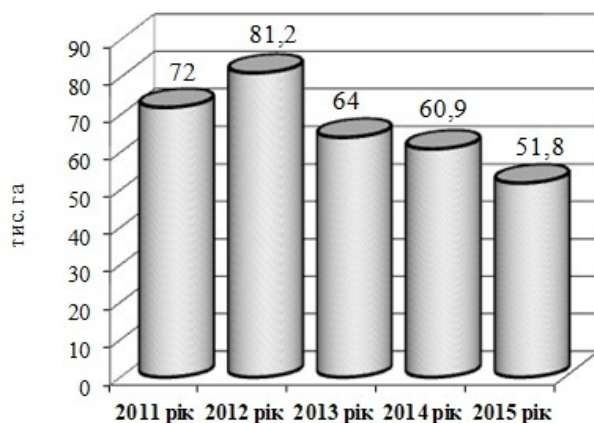


Рис. 1. Площа збирання цукрових буряків по всіх категоріях господарств Вінницької області в 2011-2015 рр.

Джерело: [9].

Зокрема, з 2012 року помітна тенденція до скорочення посівних площ цукрових буряків, до 51,8 тис. га. у 2015 р. Найбільші посіви цукрових буряків у 2015 році були зосереджені у Крижопільському (9,7 тис. га), Гайсинському (4,6 тис. га), Немирівському (4,7 тис. га), Хмільницькому (4,4 тис. га) та Ямпільському (4 тис. га) районах [9].

Крім цього, Вінниччина має у розпорядженні ще й 12 спиртових заводів, однак працюють з них лише два – Немирівський та Гайсинський (останній вже переобладнаний під виробництво паливного етанолу із встановленою потужністю 10,6 тис т/рік).

Найбільш проблемними у Вінницькій області є Барський, Чечельницький та Юрківецький спиртові заводи, які визнані банкрутами, а з 2012 р. припинив виробництво спирту і Тростянецький спиртовий завод [10].

В якості сировинної бази з виробництва біоетанолу можна розглядати також посівні площі кукурудзи, динаміку яких в області можна розглянути на рис. 2. Як бачимо, помітна незначна тенденція до скорочення посівних площ починаючи із 2013 року. Потенційно, залучивши 30 % зібраного зерна із такої площі можна отримати вихід біоетанолу 233,6 тис. т.

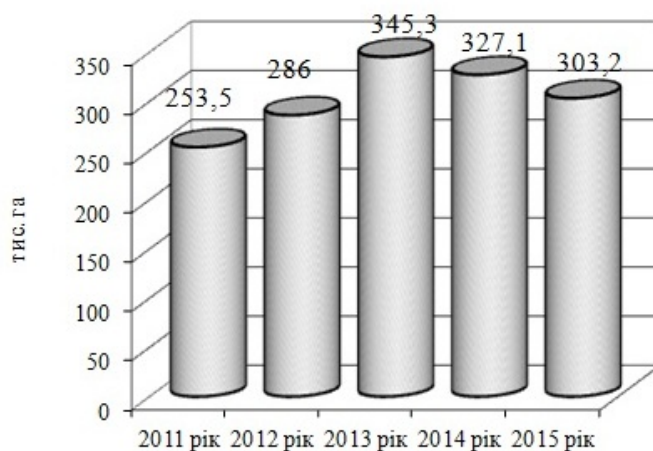


Рис. 2. Площа збирання кукурудзи на зерно по всіх категоріях господарств Вінницької області в 2011 – 2015 роках, тис. га

Джерело: [9].

Зазначимо, що форма біомаси для використання її як біопалива може бути досить різноманітною. Біомасу в енергетичних цілях можна використовувати у процесі безпосереднього спалювання деревини, соломи, сапропелю (органічних відкладень), а також у переробленому вигляді як рідкі (ефіри ріпакової олії, спирти) або газоподібні (біогаз – газова суміш, основним компонентом якої є метан) палива. Конверсія біомаси у носії енергії може відбуватися фізичними, хімічними та біологічними методами, останні є особливо перспективними.

Будь-який аналіз відновлюваних джерел енергії був би незавершеним без врахування таких залишків сільськогосподарського виробництва, як наприклад солома, деревина і залишки кори або рідкий гній. Ціна соломи є меншою в порівнянні з іншою сировиною, але її краще було б використовувати як органічні добрива [17]. Адже незважаючи на те, що сільське господарство України демонструє достатньо високі темпи зростання, з року в рік відбувається погіршення якості земельних угідь. За результатами дослідження щороку від ерозії страждають близько 460 млн. т. ґрунту, що веде до втрати близько 14 млн. т. гумусу. При цьому, наприклад, заорювання 1 т

соломи озимої пшениці забезпечує компенсацію 0,2 т/га гумусу [18]. Альтернативою для вироблення енергії, на нашу думку, могло б стати використання залишків деревини. Разом із залишками деревних відходів потребує уваги напрямок використання порівняно нових для України сортів енергетичних рослин, таких як енергетична верба, тополя, міскантус та свічграс. Розглянемо їхні характеристики.

Рід верба (*Salix L.*) об'єднує дерев'яні дводомні рослини найрізноманітніших форм і розмірів: від могутніх дерев, висотою до 30 м та діаметром 1-3 м (верба біла) до дрібненьких чагарничків (полярні та австрійські верби). Природно ростуть в межах України 25 видів верб. В помірній кліматичній зоні, в якій знаходиться Вінниччина, для вирощування енергетичних рослин найкраще підходять сорти швидкоростучої верби, виду *Salix Viminalis*. Рослини в енергетичних плантаціях висаджують саджанцями в шаховому порядку. Кількість саджанців на 1 га висаджують в залежності від плануемого циклу збору майбутнього урожаю. Енергетичні плантації біомаси попереджують ерозію ґрунтів, сприяють покращенню навколишнього середовища. При згорянні біомаси на електростанціях або в котлах в атмосферу викидається тільки CO₂, який був поглинутий рослиною в період її росту.

Характеристики куцоподібної верби виду *Salix Viminalis*:

- Середній приріст маси – 1,5 метра в рік.
- Збір урожаю – кожні 2-3 роки.
- Кількість циклів збору урожаю з однієї посадки – 7-8 разів, після чого можна проводити рекультивацию землі під посадку інших культур або закладати нову плантацію верби.
- Вимогливість до ґрунтів – ґрунти середньої якості з великою вологістю.
- Потреба рослини в мінеральних добривах – для підживлення рослин в ґрунти вносять 3 види мінеральних добрив. Кількість мінеральних добрив залежить від якості землі, проте значно менше від потреб інших сільськогосподарських культур.
- Період збору урожаю – листопад – лютий, коли опадає листя.

Середній урожай верби становить 10-12 т сухої маси з 1 га за рік. Найбільший урожай отримують на 4-5 рік вирощування – 16-20 т/га за рік. За даними деяких авторів, при особливо сприятливих умовах урожай може досягати 30-40 т/га за рік [1].

Серед усіх енергетичних рослин у світі саме верба сьогодні використовується в якості основної енергетичної культури для виробництва твердого палива. Найбільший досвід у її вирощуванні мають такі країни як Швеція, Англія, Ірландія, Польща,

Данія. Найбільші плантації верби на сьогодні у Швеції, та складають приблизно 18000-20000 га, в Польщі – більше 6000 га [2].

Міскантус (*Miscantus A.*) – це багаторічна трав'яниста рослина з родини злакових, C4 типу фотосинтезу, який нараховує близько 40 видів. Міскантус є високоефективною екологічно чистою культурою: після чотирьох років вирощування він накопичує 15-20 т наземної біомаси, яка еквівалентна 7,2-9,2 т/га вуглецю. Тривалість використання плантації – близько 20 років, а комерційного вирощування – 15 років. Низькі експлуатаційні витрати на вирощування відкривають широкі можливості використання даної культури для виробництва твердих видів палива. Урожайність сухої біомаси становить 15-20 т/га. Біомасу можна збирати щорічно за допомогою звичайних кормозбиральних комбайнів, а отримана маса може йти безпосередньо на вироблення тепла або перероблятися в паливні брикети чи гранули. Рекомендують вирощувати на малопродуктивних ґрунтах, не придатних для вирощування інших сільськогосподарських культур [1].

Свічграс (*Panicum virgatum L.*) – ще одна з багаторічних кореневищних трав, яка вирощується з метою отримання біомаси. Висота рослини залежно від сорту та кліматичних умов становить 100-250 см. Продуктивність коливається в межах від 6 т сухої речовини на північноєвропейських ґрунтах з низькою родючістю до 25 т на південно-європейських ґрунтах з високою родючістю. За умови хорошого догляду можна збирати урожай протягом 15 років. Свічграс походить з Північної Америки, де у природних умовах росте вздовж 55° північної довготи аж до Мексики, здебільшого як прерійна трава. З початку 90-х років почав розглядатися як трав'яна енергетична культура для виробництва етанолу і електроенергії в США та Канаді, а також як сировина для целюлозної промисловості [7].

Площа земель сільськогосподарського призначення Вінницької області – 2649,2 тис. га. Якщо зайняти лише 5 % цих площ посівами енергетичних культур таких як верба, тополя, міскантус та свічграс (132,5 тис. га), то можна отримати 2,37 млн. т. готових твердопаливних гранул з вологістю 10 % (табл. 7).

Згідно проведених розрахунків за показниками теплотворної здатності палив, щоб замінити 1000 м³ природного газу потрібно 2058,8 т паливних гранул. Отже, отримана кількість біопалива з 5 % площі сільськогосподарських угідь Вінниччини дозволить замінити 1,15 млн. м³ природного газу. При цьому вартість тепла буде більш як удвічі дешевшою ніж при використанні газу (табл. 8).

Таблиця 7

Потенційний вихід твердого біопалива з багаторічних енергетичних культур у Вінницькій області

Культура	Площа плантацій, тис. га	Щорічна урожайність сухої маси, т/га	Вихід сухої біомаси, тис. т/рік	Вихід твердого біопалива (10 % вологи), тис. т/рік
Верба, тополя, акація	100	15	1500	1650
Міскантус, свічграс	32,5	20	650	715
Разом	132,5	-	2150	2365

Джерело: розрахунки автора.

Порівняння вартості теплової енергії природного газу та паливних гранул

Енергоносії	Ціна, грн/тис. м ³ (грн./т)	Теплотворна здатність, МДж/м ³ (МДж/кг)	Вартість тепла, грн.	
			1 ГДж	1 ГКалл
Природний газ	7190	35	205,4	860,3
Паливні гранули	1600	17	94,11	394,2

Джерело: розрахунки автора.

Висновки. Вінниччина відноситься до енергодефіцитних регіонів тому ключового значення набуває диверсифікація джерел постачання енергії, в тому числі за рахунок розвитку місцевих енергетичних ресурсів відновлюваної енергетики. Разом з тим область є потужною промисловою та аграрною зоною, де інноваційна діяльність може розвиватись за цілим рядом напрямків. Одним з таких важливих стратегічних напрямків є біоенергетика. Вінниччина володіє великим аграрним потенціалом, який може забезпечити не тільки населення продовольством, але й частково покрити потребу в біоресурсах для виробництва біоетанолу та твердих біопалив. Сировинною базою на ряду із сільськогосподарськими продуктами, можна розглядати цукробуряковий комплекс із використанням як буряка, так і проміжних продуктів його переробки – меляси, дифузійного соку, патоки.

Як свідчать результати проведених розрахунків, найбільш вигідним є виробництво біоетанолу з меляси та цукрового сиропу. В цьому випадку рівень собівартості біоетанолу дозволяє отримати прибуток від його оптової реалізації.

Потенційний вихід твердого біопалива з багаторічних енергетичних культур у Вінницькій області за умов використання лише 5 % площ сільськогосподарських земель може становити 2,37 млн. т. готових твердопаливних гранул з вологістю 10 %.

Вирощування багаторічних енергетичних культур у Вінницькій області сприятиме в майбутньому покращенню навколишнього середовища регіону та зменшенню енергозалежності вітчизняних сільськогосподарських товаровиробників від іноземних постачальників палива.

4 Список використаних джерел

1. Гелетуха, Г. Г. Перспективи вирощування та використання енергетичних культур в Україні / Г. Г. Гелетуха, А. Т. Залізна, А. В. Трибой [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.uabio.org/img/files/docs/position-paper-uabio-10-ru.pdf>
2. Енергетична верба [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.salix-energy.com>
3. Енергетична стратегія України до 2030 р [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/n0002120-13>
4. Забарний, Г. М. Термодинамічна ефективність та ресурси рідкого біопалива України [Текст] / Г. М. Забарний, С. О. Кудря, Є. В. Кузміньський, Г. О. Кухар // Пропозиція. – 2006. – № 2. – С. 54-86.
5. Інформаційне агентство УНІАН [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://economics.unian.ua/>

energetics/890211-ukrajinski-np-z-zbilshili-pererobku-naftina-56.html

6. Мазур, В. А. Перспективи виробництва високоенергетичних культур та оцінка біоенергетичного потенціалу Вінниччини [Текст] / В. А. Мазур, Я. Г. Цицюра // Збірник наукових праць Інституту біоенергетичних культур та цукрових буряків. – 2014. – № 9. – С. 139-143.

7. Мороз, О. В. Світчграс як нова фіто енергетична культура [Текст] / О. В. Мороз, В. М. Смірних, В. Л. Курило та ін. // Цукрові буряки. – 2011. – № 3. – С. 12-14.

8. Олійничук, С. Т. Спиртове виробництво та енергетична безпека України [Текст] / С. Т. Олійничук, Н. С. Коткова // Економіка АПК. – 2014. – № 4. – С. 61-68.

9. Офіційний сайт Головного управління статистики у Вінницькій області [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.vn.ukrstat.gov.ua>

10. Офіційний сайт Державної служби статистики України [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.ukrstat.gov.ua>

11. Офіційний сайт Міністерства аграрної політики та продовольства України [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://minagro.gov.ua>

12. Офіційний сайт Міністерства енергетики та вугільної промисловості [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://mpe.kmu.gov.ua/fuel/control/uk/index>

13. Про альтернативні види палива : Закон України від 14.01.2000 р. № 1391-XIV [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1391-14>

14. Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо спрощення умов ведення бізнесу (дерегуляція) : Закон України від 12.02.2015 р. № 191-VIII [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/191-19>

15. Про розподіл між суб'єктами господарювання обсягів виробництва та поставки цукру квоти «А» на внутрішній ринок у період з 01 вересня 2015 року до 01 вересня 2016 року : Наказ Міністерства аграрної політики та продовольства України від 15.06.2015 р. № 219 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://minagro.gov.ua/ministry?nid=17591>

16. Про стан використання біодизелю та біоетанолу в світі та Україні [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://www.journal.esco.co.ua/2009_6/art026.htm

17. Самойленко, А. Г. Перспективи розвитку виробництва біогазу в Україні [Текст] / А. Г. Самойленко // Економіка та підприємництво : зб. наук. пр. молодих учених та аспірантів. – 2008. – № 20. – С. 241-247.

18. Сільське господарство в забезпеченні економічного зростання [Текст] / Новий курс : реформи в Україні 2010-2015 роки. Національна доповідь ; За заг. ред. В. М. Гейця [та ін.]. – К. : НВЦ НБУВ, 2010. – 232 с.

19. Технологія спирту [Текст] / В. О. Маринченко, В. А. Домарецький, П. Л. Шиян та ін. / Під ред. проф. В. О. Маринченка. – Вінниця : «Поділля-2000», 2003. – 496 с.

20. Фабіянська, В. Ю. Контроль за витратами на виробництво біопалива [Текст] / В. Ю. Фабіянська // Облік і фінанси АПК. – 2011. – № 4. – С. 92-96.

21. Федорченко, Б. С. Кластерний аналіз біоенергетичного потенціалу областей України [Текст] / Б. С. Федорченко // Облік і фінанси. – 2014. – № 2(64). – С. 173-178.

22. Хомічак, Л. М. Основні принципи комплексної технології переробки цукрових буряків на цукор та біопалива [Текст] / Л. М. Хомічак, С. Т. Олійничук // Шляхи диверсифікації виробництва продукції на цукрових заводах України: матеріали Міжнародної науково-технічної конференції цукровиків України. – К. : Цукор України, 2013. – С. 78-82.

4 References

1. Heletukha, H. H., Zalizna, A. T., Tryboi, A. V. (2014). *Perspektyvy vyroshchuvannia ta vykorystannia enerhetychnykh kultur v Ukraini [Prospects for the cultivation and use of energy crops in Ukraine]*. Retrieved from <http://www.uabio.org/img/files/docs/position-paper-uabio-10-ru.pdf>

2. Enerhetychna verba [Energy Willow]. Retrieved from <http://www.salix-energy.com>

3. Kabinet Ministriv Ukrainy. (2013). *Enerhetychna stratehiia Ukrainy do 2030 r [Energy strategy of Ukraine until 2030]*. Retrieved from <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/n0002120-13>

4. Zabarnyi, H. M., Kudria, S. O., Kuzminskyi, Ye. V., Kukhar H. O. (2006). Thermodynamichna efektyvnist ta resursy ridkoho biopalyva Ukrainy [Thermodynamic efficiency and resources of liquid biofuel in Ukraine]. *Propozytsiia*, (2), 54-86.

5. Informatsiine ahentstvo UNIAN. (2014). Ukrainski NPZ zbilshyly pererobku nafty na 56 % [Ukrainian refineries increased oil refining by 56 %]. Retrieved from <http://economics.unian.ua/energetics/890211-ukrajinski-npz-zbilshili-pererobku-nafti-na-56.html>

6. Mazur, V. A. & Tsytsiura, Ya. H. (2014). *Perspektyvy vyrobnytstva vysokoenerhetychnykh kultur ta otsinka bioenerhetychnoho potentsialu Vinnychchyny [Prospects for the production of high-energy crops and an assessment of the bioenergy potential of the Vinnytsa region]. Zbirnyk naukovykh prats Instytutu bioenerhetychnykh kultur ta tsukrovyykh buriakiv*, (9), 139-143.

7. Moroz, O. V., Smirnykh, V. M., Kurylo, V. L. at al. (2011). Svitshchas yak nova fito enerhetychna kultura [Svitshgras as a new phyto energy culture]. *Tsukrovi buriaky*, (3), 12-14.

8. Oliinychuk, S. T. & Kotkova, N. S. (2014). Spyrtove vyrobnytstvo ta enerhetychna bezpeka Ukrainy [Alcohol production and energy security of Ukraine]. *Ekonomika APK*, (4), 61-68.

9. Official site of the Main Directorate of Statistics in Vinnytsia region. Retrieved from <http://www.vn.ukrstat.gov.ua>

10. Official site of the State Statistics Service of Ukraine. Retrieved from <http://www.ukrstat.gov.ua>

11. Official site of the Ministry of Agrarian Policy and Food of Ukraine. Retrieved from <http://minagro.gov.ua>

12. Official site of the Ministry of Energy and Coal Industry of Ukraine. Retrieved from <http://mpe.kmu.gov.ua/fuel/control/uk/index>

13. Verkhovna Rada Ukrainy. (2000). Pro alternatyvni vydy palyva: Zakon Ukrainy [About the Alternative Fuels: The Law of Ukraine]. Retrieved from <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1391-14>

14. Verkhovna Rada Ukrainy. (2015). Pro vnesennia zmin do deiakyykh zakonodavchykh aktiv Ukrainy shchodo sproshchennia umov vedennia biznesu (derehuliatii): Zakon Ukrainy [On Amending Certain Legislative Acts of Ukraine Concerning the Simplification of Business Conditions (Deregulation): The Law of Ukraine]. Retrieved from <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/191-19>

15. Ministerstvo aharnoi polityky ta prodovolstva Ukrainy. (2015). Pro rozpodil mizh subiektamy hospodariuvannia obsiahiv vyrobnytstva ta postavky tsukru kvoty «A» na vnutrishnii rynek u period z 01 veresnia 2015 roku do 01 veresnia 2016 roku [About the distribution among economic entities of the production and supply of sugar quotas «A» on the domestic market in the period from September 1, 2015 to September 1, 2016]. Retrieved from <http://minagro.gov.ua/ministry?nid=17591>

16. Pro stan vykorystannia biodyzeliu ta bioetanolu v sviti ta Ukraini [About the state of use of biodiesel and bioethanol in the world and Ukraine]. Retrieved from http://www.journal.esco.co.ua/2009_6/art026.htm

17. Samoilenko, A. H. (2008). *Perspektyvy rozvytku vyrobnytstva biohazu v Ukraini [Tekst]. Ekonomika ta pidpriemnytstvo: zb. nauk. pr. molodykh uchenykh ta aspirantiv*, (20), 241-247.

18. Heits, V. M. At al. (2010). Silske hospodarstvo v zabezpechenni ekonomichnoho zrostantnia [Agriculture in ensuring economic growth]. In *Novyi kurs: reformy v Ukraini 2010-2015 roky. Natsionalna dopovid*. Kyiv: NVTs NBUV.

19. Marynchenko, V. O., Domaretskyi, V. A., Shyian, P. L. at al. (2003). *Tekhnolohiia spyrtu [Technology of alcohol]* (ed. by V. O. Marynchenko). Vinnytsia: Podillia-2000.

20. Fabiianska, V. Yu. (2011). Kontrol za vytratamy na vyrobnytstvo biopalyva [Control over the costs of biofuel production]. *Oblik i finansy APK*, (4), 92-96.

21. Fedorchenko, B. S. (2014). Klasternyi analiz bioenerhetychnoho potentsialu oblastei Ukrainy [Cluster analysis of bioenergy potential of Ukrainian regions]. *Oblik i finansy*, (2(64)), 173-178.

22. Khomichak, L. M. & Oliinichuk, S. T. (2013). Osnovni pryntsyipy kompleksnoi tekhnolohii pererobky tsukrovyykh buriakiv na tsukor ta biopalyva [Basic principles of the integrated technology of sugar beet processing for sugar and biofuel]. In *Shliakhy dyversyfikatsii vyrobnytstva produktsii na tsukrovyykh zavodakh Ukrainy: materialy Mizhnarodnoi naukovy-tekhnichnoi konferentsii tsukrovyykiv Ukrainy* (pp. 78-82). Kyiv: NUHT.