

Аграрна наука, 2008. – 464 с.

3. Кобець М.І. Проблемні питання розвитку біодизельного виробництва в Україні. [Електронний ресурс] / М.І. Кобець. – Режим доступу: [http://brc.undp.org.ua/img/publications/Problems\\_of\\_biodiesel\\_production\\_ua.pdf](http://brc.undp.org.ua/img/publications/Problems_of_biodiesel_production_ua.pdf)

4. Кузьміна Н.А. [Електронний ресурс]: Режим доступу: [http://www.biotechnolog.ru/prombt/prombt1\\_6.htm](http://www.biotechnolog.ru/prombt/prombt1_6.htm).

5. Новіков В., Сидоров Ю., Швед О. Тенденції розвитку комерційної біотехнології // Вісник НАН України. - 2008. - №2, - С. 25-39.

### Summary

#### **Problems and prospects of biofuel production in Ukraine / Savina C.S.**

*This article discusses the importance of alternative energy implementation in Ukraine and the tendencies of the energy security improvement in the country.*

УДК: 620.92

### **ПЕРСПЕКТИВИ ВИРОБНИЦТВА БІОПАЛИВА ТРЕТЬОГО ПОКОЛІННЯ**

Скорук О.П., к. е. н., доцент

Токарчук Д.М., аспірант

Всемірнова В.М., асистент

Вінницький національний аграрний університет

*У статті аналізується потенціал виробництва біопалива третього покоління з водоростей. Розглянуто переваги мікрowodоростей перед олійними культурами при виробництві біодизеля.*

**Вступ.** На сучасному етапі розвитку держави альтернативні види палива виступають головним каталізатором нових глобальних тенденцій на ринку сільськогосподарської продукції, що об'єктивно зумовлено скороченням запасів корисних копалин, високою залежністю країни від імпорту нафти, зміною структури агропромислового виробництва, постійним зростанням диспаритету цін на енергетичну, промислову й сільськогосподарську види продукції. Дана проблема вимагає вивчення біопаливного потенціалу України, яка на сьогодні є одним із найбільших експортерів енергетичної сировини. Стрімкий розвиток виробництва та споживання біодизеля зумовив появу перспективного експортного простору, змінюючи структуру світового агропродовольчого ринку.

Для України, стратегічною метою якої є інтеграція до ЄС, розвиток біоенергетики має особливо велике значення, оскільки використання відновлюваних джерел енергії не нижче середньоевропейського рівня – одна з вимог Європейського Союзу до країн-кандидатів, що є додатковим аргументом на користь розвитку відновлюваних джерел енергії.

Глобальне виробництво біодизеля швидкими темпами випереджає всі інші відновлювані джерела енергії.

У країнах ЄС біопаливо в основному використовується за двома схемами: «французькою» та «німецькою». У першому випадку основними споживачами біопалива виступає автотранспорт й автобуси. В деяких великих містах і провінціях використання звичайного дизельного палива заборонено, штрафи за перевищення норм викидів токсичних відходів перевищує різницю у вартості ріпаково-метилового ефіру та звичайного дизельного

пального. Виходячи зі схеми використання біопалива, у Франції виробляють його, головним чином, централізовано на потужних установках (5-10 т. за рік).

За «німецьким варіантом» біопаливо використовується, як правило, сільгоспвиробниками. Фермери і фермерські кооперативи споруджують малопотужні установки (300-3000 т за рік) та самостійно виробляють ріпак, а з нього для власної техніки – біопаливо.

Україна щороку споживає близько 200 млн. т. у.п. паливно-енергетичних ресурсів і належить до енергодефіцитних країн, оскільки майже половину своїх потреб у енергоспоживанні вона покриває за рахунок імпорту. Виробництво енергії є необхідною умовою й найважливішим компонентом економіки на всіх етапах її розвитку. Тому підвищення енергоефективності є стратегічним завданням, яке стоїть перед країною.

**Постановка проблеми.** Початок третього тисячоліття співпадає з трьома кризами для людства: економічною, екологічною та енергетичною. Людству найбільш загрозливою здається економічна криза і всі зусилля направлені на її подолання. Тим часом, в умовах високих цін на традиційні види палива та неспинне зменшення кількості їх запасів, цілком ясно проявляється друга криза – енергетична. В якості основної тенденції розвитку паливного ринку міжнародними експертами заявлена саме біоенергетика, що повинна стати фундаментом для початку нової ери енергетики. Цілком яким є той факт, що в найближчі 30-40 років саме біоенергетика буде виступати в ролі домінуючого тренда в розвитку світової системи енергозабезпечення.

На першому етапі розвитку технологій отримання моторних палив з біомаси усі зусилля були сконцентровані на удосконаленні технології виробництва етанолу з рослинної (харчової) сировини, потім біоетанолу та біобутанолу з нехарчової лігніно-целюлозної сировини. Тим часом, стало зрозумілим, що спирти для заправки в існуючих двигунах можна використовувати тільки як добавки до традиційного палива, але вони не можуть замінити його повністю. Спроби укомплектувати паливну базу за рахунок спиртів для більшості країн виявились технічно та економічно неефективними як через необхідність державних дотацій на виробництво біопалива, переробку двигунів та модифікацію інфраструктури, так і через недостатню теплотворну здатність спиртів.

Паралельно з розвитком промисловості паливного біоетанолу були здійснені спроби по створенню дизельного палива з рослинних олій, в основному – на основі ріпаку. Проте низька урожайність даної культури виявилась вагомим перешкодою.

Сьогодні людство є свідком нової революції в області отримання з нехарчової відновлюваної сировини палив, що практично за своїми властивостями не відрізняються від традиційних палив та здатні в майбутньому замінити їх. Таке паливо не потребує конструкційної дорого коштуючої переробки двигунів, що пристосовані до роботи на паливі нафтового походження. Мова йде про створення промисловості традиційного моторного палива на основі нового типу відновлюваної сировини. В якості такої сировини були вибрані водорості.

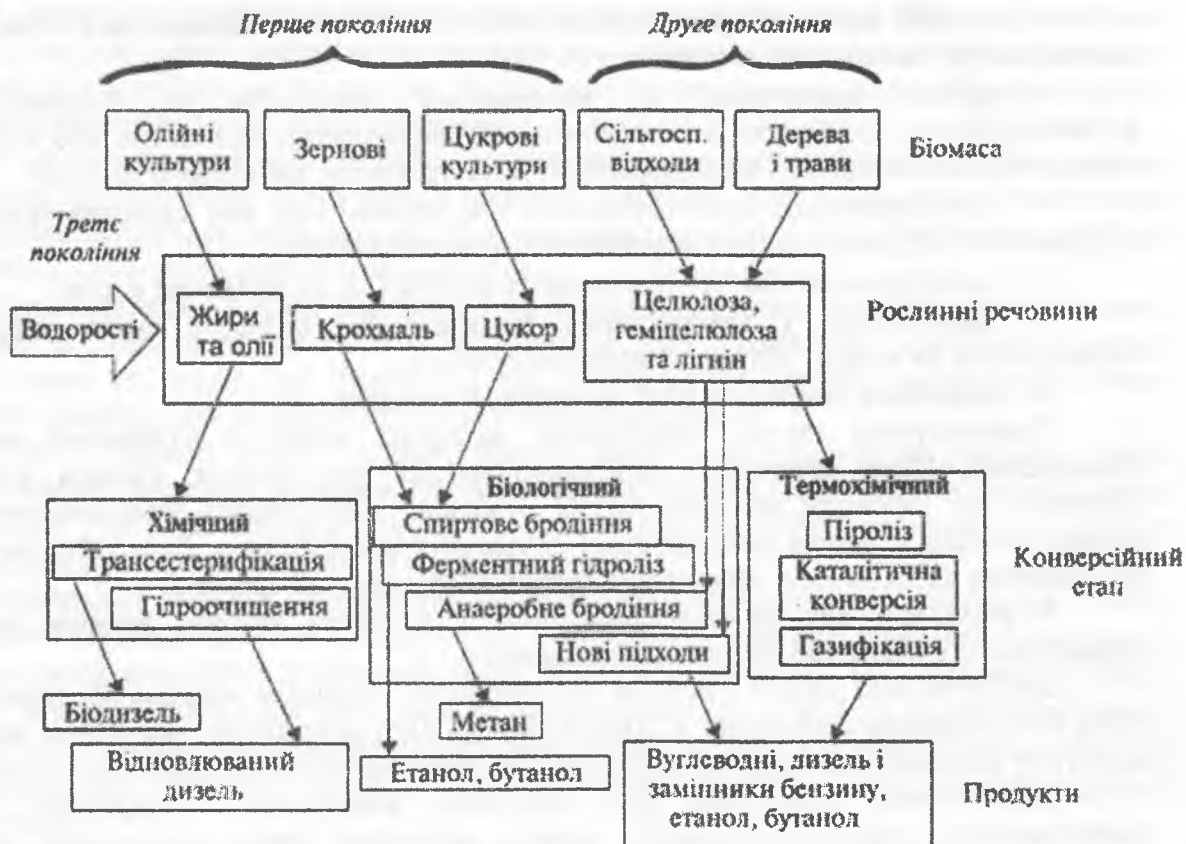
**Результати досліджень.** Третє покоління біопалива, як вважають варто виробляти з водоростей, перероблення яких дасть змогу отримати різні види палива з накопиченої біомаси (рис. 1).

Мікрowodорості – одноклітинні «фабрики» по переробці сонячної енергії та вуглекислого газу в біопаливо. Водорості – найбільш швидкоростучі рослини у світі, вони можуть подвоювати свою масу декілька разів на день. Містять рекордну кількість олії (до 80%) та не мають аналогів в рослинному світі за цим показником. Можуть використовуватись для виробництва моторних палив, що не відрізняються від традиційних.

Від рослин, що вирощуються на твердому ґрунті вони відрізняються рядом переваг:

- високою врожайністю;
- здатністю розвиватися у воді, а не на орній землі, що може бути використана під посіви інших продовольчих культур;

- здатністю засвоювати промислово значиму кількість вуглекислоти;
- найменшими затратами води на вирощування.



\* джерело [1]

Рис. 1. Шляхи конверсії біомаси біопалива першого, другого і третього поколінь

Існують водорості (генетично-модифіковані), які здатні подвоювати свою масу декілька разів на день. Більше того, в деяких видах кількість тригліцеридів (основи рослинної олії) складають більше половини їх маси.

Стає очевидним, що не один вид з існуючих наземних рослин не здатен конкурувати з водоростями за ефективністю фотосинтезу, що лежить в основі урожайності, та за вмістом олій а, відповідно, енергії в них.

Потенціал виробництва олії з інших сільськогосподарських культур характеризується наступними показниками: «виробництво» кукурудзи становить 172 л з гектара в рік, пальмової олії – 5950 л на гектар, а типових «енергетичних» водоростей – до 95000 л на гектар в рік за умови вирощування їх у відкритих водоймах.

Водорості у виробництві енергоносіїв перетворюють вуглекислий газ з проблеми у фактор прибутку. При цьому вуглекислий газ перетворюється на найважливіший ресурс зв'язаного вуглецю – ресурс, що можна поставити на промислову основу.

Вирощуючи водорості з вуглекислоти з фотосинтетичною ефективністю 5-10% та мінімальних затратах води, на землях, що непридатні для сільськогосподарського використання, можна отримати або біопаливо, або сировину для хімічної промисловості.

Переваги водоростей:

- виробляють в 15-100 разів більше олії з гектара, ніж ріпак, пальмова олія чи соя;
- вони є непродовольчою біомасою, тому їх переробка на біопаливо не являє собою продовольчої загрози для країни;
- ростуть в 20-30 разів швидше, ніж наземні рослини (деякі види можуть подвоювати свою масу декілька разів на добу);
- відсутність твердої оболонки і практично лігніна, робить їх переробку на рідкі

види палива більш технологічно простішою та ефективнішою, ніж переробка будь-якої наземної біомаси;

- можуть вирощуватись в прісних, солоних водоймах, промислових стічних водах, що використовуються для їх очищення;
- можна вирощувати в промислових масштабах в біореакторах та фотобіореакторах, що будуть освітлюватись штучними джерелами світла, або у відкритих ставках на непридатних для вирощування с/г культур землях, включаючи пустелі;
- фотобіореактори вмонтовуються в технологічні лінії уже існуючих промислових підприємств (ТЕЦ, нафтохімічні виробництва, цементні заводи);
- зменшують емісію CO<sub>2</sub> (поглинають до 90% CO<sub>2</sub> з виділенням кисню)
- виробництво і використання біопалива не потребує зміни українського законодавства, на відміну від виробництва біоетанолу;
- являються джерелами олій, протеїнів, вуглеводів.

Технологічний процес виробництва моторних палив з водоростей практично безвідходний. Після отримання дизельного палива сухі відходи біомаси водоростей зберігають усі необхідні вітаміни і цінні речовини, тому можуть бути використані, як кормові добавки в рибних господарствах та тваринницьких фермах. Крім того є можливим перетворення відходів ще в один з видів енергоносіїв – паливні брикети.

В результаті при раціональному підході до цього питання виникає практично безвідходне та економічно ефективне виробництво.

Щоб отримати краще уявлення про переваги і недоліки водоростей, дослідницька група з Університету Вірджинії в Шарлотсвілі (США) розглянула енергетичні витрати й екологічні наслідки виробництва водоростей для отримання палива. Потім група порівняння їх з аналогічними значеннями для суперників водоростей - кукурудзи, рапсу і американського проса (switchgrass). Аналіз життєвого циклу водоростей, в якому використовували дані з онлайн-баз даних і опублікованих наукових досліджень, показує, що в господарствах з вирощування водоростей необхідно звести до мінімуму використання добрив і прісної води, щоб конкурувати з іншими біопаливними рослинами [2]. Один зі способів реалізації цього проекту – це розміщення операції з продукування водоростей поруч з очисними спорудами або об'єктами, які виділяють двоокис вуглецю.

Зарубіжні країни вже мають певний досвід у використанні водоростей як сировини для отримання біопалива. Зокрема, ізраїльська фірма TOB Seabiotic запропонувала технологію, яка дозволяє промислове культивування морських водоростей за допомогою діоксиду вуглецю, який виділяється разом з викидами електростанцій.

В Японії, де виробляється дуже велика кількість водоростей, є досить велика проблема з утилізацією водоростей, які наминаються на берег, адже ці водорості починають гнити і виділяти специфічний запах. Утилізація таких відходів потребує додаткових затрат. Японські дослідники розробили систему бродіння біомаси, яка використовує наміті на берег водорості для виробництва палива, що використовують на отримання електроенергії. Tokyo Gas і NEDO створили систему бродіння біомаси водоростей із застосуванням мікроорганізмів, в результаті чого виділяється метан. Метанове паливо прямує в газовий двигун, що обертає електричний генератор. На дослідній станції Tokyo Gas така установка переробляє 1 тону водоростей за день, створюючи 20 тис. м<sup>3</sup> метану. Для підвищення потужності генератора до газу, отриманого від водоростей, домішують ще й природний. У результаті генераторна установка виробляє потужність у 10 кВт, якої достатньо для опалювання 20 будинків

Корпорація GreenFuel Technologies (США) розробила технологію вирощування водоростей Emissions-to-Biofuels, яка працює на викидах теплоелектростанції (ТЕЦ). [3]

Представники влади Південної Кореї заявили, що до початку 2013 року в країні планують запровадити нову технологію, яка дозволить отримувати біопаливо з водоростей ламінарії. Таких водоростей вздовж корейських кордонів є досить багато.

Останні півроку південнокорейські вчені проводять різні тести і працюють над вдосконаленням технології. Вони стверджують, що на даному етапі розвитку технології, вартість переробки 1 тонни водоростей в біопаливо складе приблизно 4300 американських доларів. Але, на цьому інженери не зупиняються і прагнуть знизити вартість отримання біопалива до суми 430 доларів за тону. За їх підрахунками, з тонни таких водоростей можна одержати приблизно 1 млн. літрів біопалива.

Наша держава має багатий досвід вирощування водоростей. Україна першою почала промислове вирощування синьо-зеленої водорості хлорели. В 70-90 рр. минулого сторіччя було збудовано глибинні установки на 70-ти тваринницьких фермах. Також Україна є 151-ою в ряду країн, що освоїли вирощування спіруліни.

Впровадження в Україні водоростевого палива гальмується через відсутність штамів. Біологічні дослідні інститути Національної академії наук України та Української аграрної академії наук не мають, не зберігають, не колекціонують штамів водоростей. Штами промислово використовуваних водоростей коштують недешево.

Через високий вміст ліпідів багато видів мікроводоростей можуть стати перспективним джерелом сировини для виробництва біодизелю. Це підтверджено даними про те, що з 1 га землі можна отримати 446 л соєвої олії або 2690 л пальмової, а з такої ж площі водної поверхні — близько 90 000 л біодизелю.

Важливість розвитку виробництва біопалива третього покоління визнається в Україні і на загальнодержавному рівні. В концепції нового етапу цільової комплексної програми наукових досліджень НАН України «Біомаса як паливна сировина» («Біопалива») на 2010-2012 рр. Затвердженій постановою Президії НАН України від 23.06.2010 № 199 серед інших пріоритетних заходів зазначається формування нових штамів мікроорганізмів, грибів та мікроводоростей, а також розвиток їх ресурсної генетичної бази для отримання рідких біопалив. [4]

У напрямку налагодження виробництва біопалива з мікроводоростей сміливі кроки вже робить ДНВК «Київський інститут автоматики». Разом із співвиконавцями завершено стадію розробки технічного завдання і технічної пропозиції. Аналіз наукових розробок та інженерних досягнень показав, що широкомасштабне виробництво водоростей і їх переробка дозволяє не тільки отримувати біодизель, а також біогаз і біоетанол. А це дасть змогу суттєво підвищити вітчизняну енергетичну незалежність і в подальшому повністю забезпечити вітчизняні енергетичні потреби за рахунок вітчизняних біологічних палив. В цілому ДНВК «Київський інститут автоматики» разом із співвиконавцями готовий терміново розпочати розробку проектно-конструкторської документації на створення дослідно-експериментального виробництва біопалива з мікроводоростей та пропонує доопрацювати Програму розвитку біопалива під вирощування мікроводоростей із залученням до цього інших підприємств Міністерства промислової політики України.

Серед фірм, що діють на ринку України "EcoFuelUkraine" впроваджує технологію виробництва біопалива із водоростей.

**Висновки.** На сьогодні, в умовах енергетичної кризи, створились реальні умови для розвитку альтернативних джерел енергії, зокрема, виробництва біопалива. Фахівці впевнені, що технологія виробництва біопалива з мікроводоростей має ряд суттєвих переваг перед виробництвом біопалива з олійних культур, ріпаку. Біопаливо з водоростей - проект, безумовно, дуже перспективний, проте поки він знаходиться на стадії експериментальної розробки.

---

#### Література

1. Золотарьова О. Куди прямує біопаливна індустрія? / Золотарьова О., Шнюкова Є. // Вісник НАН України, 2010. – № 4. – С. 10-20.

2. Ehrenberg R. Algae as biofuel still rough around the edges / Ehrenberg R. // Sciencenews January 26th, 2010 // [Електронний ресурс]. Точка доступу: [http://www.sciencenews.org/view/generic/id/55665/title/Algae\\_as\\_biofuel\\_still\\_rough\\_around\\_the\\_edges/](http://www.sciencenews.org/view/generic/id/55665/title/Algae_as_biofuel_still_rough_around_the_edges/)
3. Гринюк І. Біопаливо з водоростей / Гринюк І. // Агросектор, 2009. - № 6 (36). – С. 27.
4. Концепція нового етапу цільової комплексної програми наукових досліджень НАУ України «Біомаса як паливна сировина» («Біопалива») на 2010-2012 рр. Затверджена постановою Президії НАН України від 23.06.2010 № 199. – Київ, 2010. – 4 с.

#### Summary

**Prospects for third-generation biofuels / Skoruk O.P., Tokarchuk D.M., Vsemirnova V.M.**

*The potential of production of biopropellant of the third generation from water-plants is analysed in the article. Advantages of microwater-plants before oil-bearing cultures at the production of biodiesel are considered.*

УДК 631.145:620.952(477)

### **ПЕРСПЕКТИВИ ФОРМУВАННЯ КЛАСТЕРНОГО ВИРОБНИЦТВА БІОПАЛИВА В УКРАЇНІ**

Скорук О.П., к.е.н., доцент

Гримайло І.С., студентка

Вінницький національний аграрний університет

*У статті розглянуті перспективи збільшення обсягів виробництва біопалива та підвищення його конкурентоспроможності шляхом формування кластерів.*

**Вступ.** Забезпечення національної енергетичної безпеки – одна з основних засад енергетичної політики України. За останнє століття річний видобуток нафти зріс у 20 разів, увесь світ перебуває в умовах очікуваної планетарної енергетичної кризи. При таких темпах видобутку вуглеводів за експертними оцінками міжнародних фахівців практично всі запаси органічного палива, можуть бути вичерпані за наступні 40 років. Окрім того, з кожним роком загрозливими темпами зростає вартість непоновлюваних джерел енергії, збільшується негативний вплив на стан навколишнього середовища. Тому за основу наукових пріоритетів більшість розвинутих країн беруть пошук шляхів використання енергоресурсів поновлюваної енергії та розробку альтернативних видів енергії, в тому числі відновлюваних [3, с. 465].

Серед відновлюваних видів енергії особливе місце належить виробництву біопалива. Біопаливо сьогодні розглядається в Україні як вагома альтернатива традиційному пальному. Вважається, що його виготовлення в найближчі роки буде максимально вигідним для української економіки.

**Постановка проблеми.** На сьогоднішній день обсяги біопалива в структурі енергоспоживання в Україні становлять близько 5% від запланованих 5,75%, необхідних для вступу в ЄС. Тобто, для досягнення поставлених цілей необхідно нарощувати обсяги виробництва і споживання біопалив. Одним із ключових елементів для виконання такого завдання є підвищення ефективності виробництва біопалив за рахунок впровадження нових форм організації та розвитку біопаливної галузі.