

УДК 665.66

**ЕКОЛОГІЧНІ РИЗИКИ ПРИ ВИРОЩУВАННІ БІОПАЛИВНИХ КУЛЬТУР**

**В. В. Підліснюк**

Університет Матея Бела, м. Банська Бистриця  
вул. Тайовського, 40, м. Банська Бистриця, 97401, Словаччина. E-mail: valentina.pidlisnyuk@umb.sk  
Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського  
вул. Першотравнева 20, м. Кременчук, 39600, Україна. E-mail: pidlisnyuk@gmail.com

**Я. М. Колісник**

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського  
вул. Першотравнева 20, м. Кременчук, 39600, Україна. E-mail: ivanna77@yandex.ru

Проведено аналіз основних екологічних ризиків при виробництві біопаливних культур; розглянуто ризики для земельних і водних ресурсів, стану біологічного різноманіття та змін клімату. Встановлено факти порушення рівноваги у гідрологічному циклі, особливо відчутні там, де для отримання додаткових площ під біопаливні рослини провадяться дії з осушування болот і водно-болотних земель. Показано, що широкомасштабне вирощування біопаливних рослин і першої, і другої генерації на сільськогосподарських землях призводить до втрат біологічного розмаїття в агроландшафтах. Доведено, що найбільші ризики спостерігаються при вирощуванні біопаливних рослин першої генерації, а це, певною мірою, стимулювало появу біопаливних рослин наступних генерацій.

**Ключові слова:** біопаливні рослини, земельні та водні ресурси, біорозмаїття, зміни клімату.

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РИСКИ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ БИОТОПЛИВНЫХ КУЛЬТУР**

**В. В. Пидлиснюк**

Университет Матея Бела, г. Банская Быстрица  
ул. Тайовского 40, Банская Быстрица, 97401, Словакия. E-mail: valentina.pidlisnyuk@umb.sk  
Кременчугский национальный университет имени Михаила Остроградского  
ул. Первомайская, 20, г. Кременчуг, 39600, Украина. E-mail: pidlisnyuk@gmail.com

**Я. М. Колесник**

Кременчугский национальный университет имени Михаила Остроградского  
ул. Первомайская, 20, г. Кременчуг, 39600, Украина. E-mail: ivanna77@yandex.ru

Проведен анализ основных экологических рисков при выращивании биотопливных культур, рассмотрены риски для земельных и водных ресурсов, состояния биологического разнообразия, изменений климата. Установлены факты нарушения равновесия в гидрологическом цикле, особенно ощутимые там, где для получения дополнительных площадей под биотопливные растения проводится осушения болот и водно-болотных земель. Показано, что широкомасштабное выращивание биотопливных растений и первой, и второй генерации на сельскохозяйственных землях приводит до потерь биологического разнообразия в агроландшафтах. Доказано, что наибольшие риски наблюдаются при выращивании биотопливных растений первой генерации, что стимулировало появление биотопливных культур следующих генераций.

**Ключевые слова:** биотопливные растения, земельные и водные ресурсы, биоразнообразии, изменения климата.

**АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ.** На сьогодні світове виробництво біопалива зростає швидкими темпами. Згідно з даними Звіту стану світової енергетики [1], біопаливо має забезпечити 9 % загального попиту на паливо у транспортному секторі до 2030 року. За прогнозами, представленими у Сценарії розвитку енергетичних технологій до 2050 року [2], біопаливо має забезпечити 26 % загального попиту на паливо у транспорті до 2050 року, при цьому частка біопалива другого покоління складатиме 90 %.

Вважається [3, 4], що використання біопалива дозволяє знижувати залежність від викопного палива, зменшувати викиди в атмосферу парникових газів, в першу чергу оксиду вуглецю та оксидів азоту, що, в свою чергу, зменшує парниковий ефект та його основний наслідок – зміни клімату. Також вирощування та виробництво біопалива позитивно впливає на розвиток сільських районів і сприяє поширенню «зелених» технологій.

Сільське господарство України має значний потенціал виробництва сільськогосподарської продукції і може стати важливим джерелом постачання сировини для виробництва біологічних видів палива. Як стверджується в Законі України «Про розвиток виробництва та споживання біологічних палив» – «...біологічні види палива (біопалива) – палива, повністю виготовлені з відновлюваної біологічної сировини – продукції та відходів сільського господарства та промисловості, які можуть використовуватися безпосередньо як паливо у чистому вигляді, як компонент для виробництва інших палив чи для змішування з традиційними видами палива у пропорціях, встановлених відповідно до державних стандартів» [5].

Питання вирощування біопаливних рослин в Україні досліджувалися в роботах Рахметова Д.Б., Гелетуки Г.Г., Стефановської Т.Р., Лось Л.В. [6–13], при цьому основна увага приділялася агрономічним

аспектам процесу, а також питанням продовольчої безпеки.

Метою даної роботи є аналіз основних екологічних ризиків при виробництві біопаливних культур.

**МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ.** На сьогодні розрізняють чотири генерації біопаливних рослин, які є сировиною для виробництва біопалива. Біопаливо першого покоління виробляється із зернових культур, сої, рапсу, цукрової тростини і пальм. Вирощування біопаливних рослин першої генерації географічно розповсюджується наступним чином: кукурудзу і сою найбільше вирощують в США, льон і ріпак – в Європі, цукровий очерет – у Бразилії, пальмову олію – у Південно-Східній Азії.

Біопаливні рослини другого покоління поділяють на три групи:

- деревні рослини швидкої ротації (тополя, верба, евкаліпт);
- однорічні злакові (просо, цукрове сорго);
- багаторічні рослини, що швидко ростуть (міскантус, світчграс, сіда, топінамбур).

Особливістю цих рослин є висока продуктивність виробництва енергії в перерахунку на один гектар сільськогосподарських угідь, а також той факт, що при їх вирощуванні немає конкуренції з харчовими культурами, що є запорукою продовольчої безпеки.

Біопаливні рослини третьої та четвертої генерації лише нещодавно запропоновано вченими, промислово вони не вирощуються. Третю генерацію становлять генетично модифіковані рослини, наприклад, сорга та кукурудза, що дають значні об'єми сировини. Біопаливні рослини четвертої генерації є генетично оптимізованою сировиною, що має властивості поглинати великі кількості вуглецю і виробляти енергію за рахунок спеціальних геномів мікробів.

У роботі проаналізовано основні ризики для навколишнього природного середовища при вирощуванні біопаливних рослин першої та другої регенерації, які практично використовуються для виробництва енергії.

Основні ризики для екологічної безпеки, пов'язані із вирощуванням біопаливних культур, можна визначити як наступні [14]:

1. Вплив на земельні ресурси.
2. Вплив на водні ресурси.
3. Вплив на стан біологічного розмаїття.
4. Зміни в сільськогосподарському господарстві.
5. Вплив на зміни клімату.

Кожній генерації біопаливних культур властиві власні екологічні ризики, найбільші пов'язані з вирощуванням біопаливних рослин першої генерації, що певною мірою стимулювало появу біопаливних рослин наступних генерацій [12].

*Вплив вирощування біопаливних культур на земельні ресурси.* Біопаливні рослини першої генерації найбільше негативно впливають на земельні ресурси, бо більшість з них є «важкими» для ґрунту культурами і сильно його виснажують. Обов'язковою

умовою вирощування біопаливних культур першої генерації є суворе дотримання сівозмін. У разі, якщо сівозміни порушуються, негативний вплив на земельні ресурси, і так досить значний, зростає, що призводить до зменшення кількості поживних речовин у ґрунті, зниження його родючості та посилення ерозії.

Інший ризик для земельних ресурсів при вирощуванні біопаливних культур і першої, і другої генерації пов'язаний з фактом внесення значної кількості пестицидів, добрив, засобів захисту рослин в процесі їх вирощування з ціллю підвищення врожайності. Це призводить до додаткового забруднення земельних ресурсів хімічними сполуками та продуктами їх розпаду.

*Вплив на водні ресурси.* Вплив на водні ресурси пов'язаний з посиленням конкуренції за використання води для вирощування біопаливних рослин, порівнюючи з іншими сільськогосподарськими рослинами. Особливо відчутною ця конкуренція є в посушливих регіонах, а також у місцях, яким властивий «водний стрес».

Негативний вплив на водні ресурси пов'язаний також із додатковим забрудненням поверхневих і підземних вод пестицидами та хімікатами, що вносяться при вирощуванні біопаливних рослин. Встановлено факти порушення рівноваги у гідрологічному циклі, особливо відчутні там, де для отримання додаткових площ під біопаливні рослини проводяться дії із осушування болот і водно-болотних земель. Встановлено, що при вирощуванні біопаливних рослин другої генерації вплив на водні ресурси не є таким значним, як при вирощуванні біопаливних рослин першої генерації, оскільки більшість біопаливних рослин другої генерації належить до водостійких і не потребують значних об'ємів води при вирощуванні.

*Вплив на біорізноманіття.* Вплив вирощування біопаливних рослин на стан біологічного різноманіття слід розглядати в позитивному і негативному аспектах. Вирощування біопаливних рослин позитивно впливає на стан біорізноманіття, коли вирощування рослин відбувається на деградованих чи помірно забруднених землях. Проте широкомасштабне вирощування біопаливних рослин і першої, і другої генерації на сільськогосподарських землях призводить до втрат біологічного різноманіття в агроландшафтах. Також слід очікувати втрат біологічного різноманіття тоді, коли для вирощування біопаливних рослин використовуються землі, що раніше були під водно-болотними угіддями чи болотами.

Великий ризик для біорізноманіття становить той факт, що окремі рослини є так званіми інвазійними рослинами для даної місцевості, і тому їх інтенсивне вирощування може призвести до негативних впливів на традиційні рослини.

*Вплив на сільськогосподарське господарювання.* Вплив на сільськогосподарське господарювання загалом оцінюється як негативний, оскільки для розширення території сільськогосподарських земель для вирощування біопаливних культур проводиться

вирубка лісів, висушування торфових болотних угідь.

Крім цього, при вирощуванні біопаливних рослин в нетрадиційних регіонах можлива поява нових, раніше невідомих сільськогосподарських шкідників, які притаманні цим рослинам, та спалахи хвороб рослин, раніше не описані в літературі. Наприклад, у [9, 10] описано факт появи шкідника – гелсенської мухи – на плантаціях біопаливної рослини другого покоління – міскантусу в Україні. Також ризик пов'язаний із вірогідним поширенням нових шкідників на традиційні сільськогосподарські рослини даного регіону [11]. Існує ризик від спалахів хвороб біопаливних рослин, спричинених видами комах, які є традиційними для даної місцевості. У разі, якщо біопаливні рослини вирощуються на маргінальних або слабо забруднених землях, має місце позитивний вплив, бо таким чином проходить відновлення земель і одночасно отримується біомаса [15, 16].

*Вплив на зміни клімату.* При визначенні реально-го впливу вирощування біопаливних рослин на зміни клімату слід приймати до уваги «життєвий цикл», який включає загальний об'єм енергії, що використовується при вирощуванні рослин, включаючи опосередковане використання енергії для виробництва добрив, пестицидів, засобів захисту рослин, іригації. В окремих випадках сумарний об'єм енергії і об'єм викидів вуглекислого газу в атмосферу може перевищувати позитивний ефект від застосування біопалива. Тому є доцільним в кожному випадку розраховувати як позитивні, так і негативні ризики від вирощування біопаливних рослин [17].

Слід також зазначити, що масове вирощування біопаливних рослин позитивно впливає на розвиток сільськогосподарських територій, збільшує зайнятість заселення, сприяє підвищенню рівня життя.

**ВИСНОВКИ.** Проаналізовано вплив вирощування біопаливних рослин першої та другої генерації на стан земельних та водних ресурсів, біологічне розмаїття, зміни клімату, зміни в сільському господарюванні. Визначено основні екологічні ризики процесу. Встановлено, що при визначенні впливу вирощування біопаливних рослин на зміни клімату слід приймати до уваги «життєвий цикл», який включає загальний об'єм енергії, що використовується при вирощуванні рослин, включаючи опосередковане використання енергії для виробництва добрив, пестицидів, засобів захисту рослин, іригації.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. World Energy Outlook, 2009. Published by International Energy Agency, available at <http://www.worldenergyoutlook.org/media/weowebsite/2009/WEO2009.pdf>
2. Energy Technology Perspective. Scenario and strategy to 2050. Published by International Energy Agency, 2008. – 13 p.
3. Loschel A., Johnston J., Delucchi M.A., Demayo T.N., Gautier D.L., Greene D.L., Ogden J., Rayner S., Worrel E. Stocks, Flows, and Prospects of

Energy // In: Linkages of Sustainability, Edited by Graedel T.E. and van der Voet E., Stungmann Forum Reports. The MIT Press, Cambridge, Massachusetts and London, England, 2010, pp. 389–418.

4. Rosillo-Calle F., de Groot P., Hemstock S.L., Woods (Editors), The Biomass Assessment Handbook: Bioenergy for a Sustainable Environment, 2006. – J. Earthscan Publications Ltd., London

5. Закон України «Про розвиток виробництва та споживання біологічних палив», 2012 р.

6. Гелетуха Г.Г., Железна Т.А. та ін. Оцінка енергетичного потенціалу біомаси в Україні. Част. 2. Енергетичні ресурси, рідкі палива біомаса // Промислова теплотехніка, 2011. – Т. 33, № 1. – С. 57–64.

7. Geletukha G.G, Dolinskiy A.A. (2006). Renewable Energy Sources in Agriculture and Forestry of Ukraine, Presentation at the Third International Conference “Energy from the Biomass”, Kyiv, Ukraine, 18–20 September 2006.

8. Рахметов Д.Б. Роль нових культур в фітоенергетиці України // Науковий Вісник НАУ. – 2007. – № 116. – С. 13–20.

9. Stefanovska T., Lewis E., Pidlisnyuk V. Evaluation of potential risk for agricultural landscapes from second generation biofuel production in Ukraine: the role of pests // Aspects of Applied Biology. Agricultural Ecology Research: Its role in delivering sustainable farm systems, 2011. – 109. – PP. 165–169.

10. Стефановська Т.Р., Люїс Е., Лікар Я.О., Рахметов Д.В., Підліснюк В.В. Фітофаги міскантусу гігантського. Вивчення потенційного впливу на агроценози в процесі виробництва біопалива другої генерації // Карантин і Захист рослин. – 2011. – Т. 57, № 5. – С. 6–8.

11. Стефановська Т.Р., Кучеровська С.В., Підліснюк В.В. Агроекологічна оцінка ризику вирощування світчграсу з урахуванням впливу шкідливих організмів // Агроекологічний журнал. – 2012. – № 3. – С. 125–127.

12. Стефановська Т.Р., Лікар Я.О., Рахметов Д., Підліснюк В.В., Люїс Е. Екологічні аспекти вирощування багаторічних трав для виробництва біопалива другої генерації: шкідливі організми. // Proceeding of the 13 International scientific-practical conference “Ideas of academician Vernadskyi, problems of research and evaluation of regional sustainable development”, 2011, Kremenchuk, 29–30 September, pp. 235–237.

13. Лось Л.В., Зінченко В.О., Жайворовський В.Р. Вирощування і газифікація біопалив – ефективний шлях вирішення енергетичних і екологічних проблем на прикладі міскантуса гігантеуса, 2011. – Режим доступу: [http://www.nbu.gov.ua/portal/chem\\_biol/vzhnau/2011\\_2/46.pdf](http://www.nbu.gov.ua/portal/chem_biol/vzhnau/2011_2/46.pdf).

14. Корсун С.Г., Питель С.М. Вплив виробництва та використання біопалива на навколишнє середовище. // [http://www.nbu.gov.ua/portal/chem\\_biol/nvna\\_u/2009\\_142\\_1/09ksg.pdf](http://www.nbu.gov.ua/portal/chem_biol/nvna_u/2009_142_1/09ksg.pdf)

15. Pidlisnyuk V. V., Erickson L. E. Phytoremediation of contaminated soils with production of biofuels of second

generation as a pathway to sustainable land management // Всеукраїнська науково-практична конференція «Актуальні питання управління сталим розвитком в сучасному суспільстві: проблеми та перспективи», Кременчук, Україна, 2013. – С. 148–152.

16. Pidlisnyuk V. Expanding the potential of second generation biofuels crops by using for phytoremediation of sites contaminated by heavy metals laboratory stage // Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. – 2012. – Том 74, № 4. – С. 104–108.

17. Strubenhoff H.-W., Nivyevskiy O., Jaroszevska J. The World Biofuel Boom and Ukraine – How to Reap the Benefits, Advisory paper, 7, Kyiv, Institute for Economic Research and Policy Consulting (IER) & German-Ukrainian Policy Dialogue in Agriculture, Ukraine. – 2007 available at: <http://www.ier.kiev.ua>.

18. Dornburg V., Faaij A.P.C. Cost and CO<sub>2</sub> – emission reduction of biomass cascading: methodological aspects and case study of SRF poplar // Climate Change. – 2005. – 71. – PP. 373–408.

## ECOLOGICAL RISKS DURING THE PRODUCTION OF BIOENERGY CROPS

### V. Pidlisnyuk

Matej Bel University in Banska Bystrica

Tajovskeho 40, Banska Bystrica, 97401, Slovakia. E-mail: valentine.pidlisnyuk@umb.sk

Kremenchuk Mykhailo Ostrohradsky National University

vul. Pershotravneva, 20, 39600, Ukraine. E-mail: pidlisnyuk@gmail.com

### Ya. Kolisnuk

Kremenchuk Mykhailo Ostrohradsky National University,

vul. Pershotravneva, 20, 39600, Ukraine. E-mail: ivanna77@yandex.ru

The authors have analyzed the main ecological risks during the production of bioenergy crops and overviewed consequently risks for soil and water resources, biodiversity conditions and climate change. It was established the evidence of hydrological cycle disruption and found its particular impact in the areas where additional biofuel cropland acres need marshland and wetland reclamation. It is also found that large-scale cultivation of biofuel crops of first and second generations on farmlands ends in biodiversity reduction in the agricultural landscapes. It was established that the biggest risks are observed for the production of first generation crops, which stimulated the appearance of further generation bioenergy crops.

**Key words:** bioenergy crops, soil and water resources, biodiversity, climate change.

## REFERENCES

1. “World Energy Outlook, 2009”. Published by International Energy Agency, available at: <http://www.worldenergyoutlook.org/media/weowebsite/2009/WEO2009.pdf>.

2. Energy Technology Perspective. Scenario and strategy to 2050. Published by International Energy Agency, 2008, available at: [http://www.iea.org/techno/etp/etp\\_2008\\_exec\\_sum\\_english.pdf](http://www.iea.org/techno/etp/etp_2008_exec_sum_english.pdf).

3. Loschel, A., Johnston, J., Delucchi, M.A., Demayo, T.N., Gautier, D.L., Greene, D.L., Ogden, J., Rayner, S., Worrel, E. (2010), “Stocks, Flows, and Prospects of Energy”, Linkages of Sustainability, edited by Graedel T.E. and van der Voet E., *Stungmann Forum Reports*. The MIT Press, Cambridge, Massachusetts and London, England. pp. 389–418.

4. Rosillo-Calle, F., de Groot, P., Hemstock, S.L., Woods (Editors) (2006), *The Biomass Assessment Handbook: Bioenergy for a Sustainable Environment*, J. Earthscan Publications Ltd., London.

5. “On the development of biofuel crops production and consumption”, Law of Ukraine, 2012.

6. Geletukha, G.G, Zhelezna, T.A., Zhovnir, M.M., Matveeva, Yu.B., Drozdova, O.I. (2011), “Assessment of energetic potential of biomass in Ukraine. Part 2. Energetic resources, liquid fuels, biomass”, *Promyslova teplotekhnika*, vol. 33, no. 1, pp. 57–64.

7. Geletukha, G.G, Dolinskiy, A.A. (2006). “Renewable Energy Sources in Agriculture and Forestry of Ukraine”, *Presentation at the Third International*

*Conference “Energy from the Biomass”*, Kyiv, Ukraine, 18–20 September 2006.

8. Rakhmetov, D.B. (2007), “The role of new cultures in phytoenergetics of Ukraine”, *Naukovyi visnyk NAU*, no. 116, pp. 13–20.

9. Stefanovska, T., Lewis, E., Pidlisnyuk, V. (2011), “Evaluation of potential risk for agricultural landscapes from second generation biofuel production in Ukraine: the role of pests”, *Aspects of Applied Biology. Agricultural Ecology Research: Its role in delivering sustainable farm systems*, 109, pp. 165–169.

10. Stefanovska, T.R., Lewis, E., Likar, Ya.O., Rakhmetov, D. B., Pidlisnyuk, V.V., (2011), “Phytophagans of *Miscanthus Giganteus*. Study of potential impact of second-generation biofuel crop production on agrocenosis”, *Karantyn i zakhyst roslyn*, vol. 57, no.5, pp. 6–8.

11. Stefanovska, T.R., Kucherovska, S. V., Pidlisnyuk, V.V. (2012), “Agroecological estimation of risks of switchgrass cultivation with impact of hazardous organisms factored in”, *Agroekologichnyi zhurnal*, no. 3, pp. 125–127.

12. Stefanovska, T.R., Likar, Ya.O., P Rakhmetov, D. B., Pidlisnyuk, V.V., Lewis, E. (2011), “Ecological aspects of perennial grasses cultivation for second-generation biofuel production: hazardous organisms”, *Proceeding of the 13 International scientific-practical conference “Ideas of academician Vernadskyi, problems of research and evaluation of regional sustainable development”*, Kremenchuk, 29–30 September, pp.235–237.

13. Los, L.V., Zinchenko, V.O., Zhaivorovskiy V.R. (2011), "Cultivation and gasification of biofuels – effective way to solve energetic and environmental problems on the example of *Miscanthus Giganteus*", available at: [http://www.nbu.gov.ua/portal/chem\\_biol/vzhnau/2011\\_2/46.pdf](http://www.nbu.gov.ua/portal/chem_biol/vzhnau/2011_2/46.pdf).

14. Korsun, S.G., Pitel, S.M. "Environmental impact of production and use of biofuel", available at: [http://www.nbu.gov.ua/portal/chem\\_biol/nvnau/2009\\_142\\_1/09ksg.pdf](http://www.nbu.gov.ua/portal/chem_biol/nvnau/2009_142_1/09ksg.pdf)

15. Pidlisnyuk, V.V., Erickson, L.E. (2013), "Phytoremediation of contaminated soils with production of biofuels of second generation as a pathway to sustainable land management", *All-Ukrainian scientific conference "Actual problems of management of sustainable development in modern society: difficulties and prospects"*, Kremenichuk, Ukraine, pp.148–152.

16. Pidlisnyuk V.V. (2012), "Expanding the potential of second generation biofuels crops by using

for phytoremediation of sites contaminated by heavy metals laboratory stage", *Transactions of Kremenichuk Mykhailo Ostrohradskiy National University*, vol. 74, no. 4, pp. 104–108.

17. Strubenhoff, H.-W., Nivyevskiy, O., Jaroszevska, J. "The World Biofuel Boom and Ukraine – How to Reap the Benefits," Advisory paper, 7, Kyiv, Institute for Economic Research and Policy Consulting (IER) & German-Ukrainian Policy Dialogue in Agriculture, Ukraine. – 2007 available at: <http://www.ier.kiev.ua>.

18. Dornburg, V. Faaij, A.P.C. (2005), "Cost and CO<sub>2</sub> –emission reduction of biomass cascading: methodological aspects and case study of SRF poplar", *Climate Change*, vol. 71, pp. 373–408.

Стаття надійшла 07.03.2013.