

УДК 632.7..633.19

АГРОЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВИРОЩУВАННЯ БАГАТОРІЧНИХ ТРАВ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА БІОПАЛИВА ДРУГОЇ ГЕНЕРАЦІЇ

С. В. Кучеровська, Т. Р. Стефановська

Національний університет біоресурсів та природокористування України
вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, Україна. E-mail: Sve.Kucherovska@gmail.com

Потреби у виробництві біопалива другої генерації на основі багаторічних трав з родини *Poaceae* постійно зростають. Розглядаються основні агрономічні та екологічні аспекти вирощування цих енергетичних культур. Проаналізовано наслідки впровадження та промислового вирощування інтродукованих багаторічних трав міскантусу *Miscanthus giganteus* та світчграсу *Panicum virgatum* (проса лозоподібного) для навколишнього середовища: ґрунту, води, біорозмаїття та атмосфери.

Ключові слова: біопаливо, багаторічні трави, біорозмаїття.

АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВЫРАЩИВАНИЯ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА БИОТОПЛИВА ВТОРОГО ПОКОЛЕНИЯ

С. В. Кучеровская, Т. Р. Стефановская

Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины
ул. Героев Оборони, 15, г. Киев, Украина. E-mail: Sve.Kucherovska@gmail.com

В настоящее время возрастает потребность в производстве биотоплива второй генерации на основе многолетних трав из семейства *Poaceae*. Рассматриваются основные агрономические и экологические аспекты выращивания этих энергетических культур. Проведен анализ последствий внедрения и промышленного выращивания интродуцированных многолетних трав мискантуса *Miscanthus giganteus* и светчграса *Panicum virgatum* (проса лозовидного) для окружающей среды: почвы, воды, биоразнообразия и атмосферы.

Ключевые слова: биотопливо, многолетние травы, биоразнообразие.

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ. Суттєва залежність світу від традиційних видів пального – загальновідомий факт. Транспортна система, яка на 95% знаходиться в прямій залежності від ринку пального, – яскравий приклад такої залежності. Саме тому значена проблема змушує людство замислитися про пошуки альтернативи. Біопаливо може допомогти у вирішенні цієї проблеми [1, 2]. Залежно від сировини, що використовується, біопаливо відносять до першої генерації, отриманої шляхом безпосередньої переробки сільськогосподарської продукції (коренеплоди, насіння та ін.), та другої генерації, що є результатом використання відхідних залишків рослин (солома та ін.).

Потрібно зазначити, що в теперішній час, крім звичних джерел, що використовуються для виробництва біопалива другої генерації, все більшого значення набуває біомаса багаторічних трав (міскантус, світчграс, сорго), до складу якої входить лігноцелюлоза. Існує два шляхи їх використання для виробництва енергії: безпосереднє спалювання біомаси та переробка на етанол. Незважаючи на те, яким способом з цих рослин буде вироблена енергія, перш за все, вони вирощуються в полі, і тому необхідно враховувати всі можливі агрономічні та екологічні аспекти цього процесу. Зацікавленість у використанні цих нових незвичних для України енергетичних культур зумовлене значною кількістю переваг, пов'язаних з умовами їх вирощування та переробки в процесі виробництва. Ключовою ж особливістю багаторічних трав вважається позитивний вплив на екологічний стан навколишнього середовища [3].

Чого ж слід очікувати фермерам, які прийняли рішення вирощувати такі енергетичні культурами як міскантус та світчграс.

В процесі вирощування багаторічних трав в промислових масштабах може виникнути багато питань. Наприклад, вплив на навколишнє середовище, на фітосанітарну ситуацію та на загальний стан фермерського господарства. Аналіз цих питань був метою наших досліджень.

Мета роботи – визначення агроекологічного аспекту вирощування багаторічних трав для виробництва біопалива другої генерації.

МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ. Зроблено детальний аналіз сучасних наукових літературних джерел з агрономічних та екологічних аспектів вирощування багаторічних трав для виробництва біопалива другої генерації. У 2010–2012 роках проведено польові (Київська, Вінницька та Полтавська області) та лабораторні (лабораторія моніторингу комах НУБіП) дослідження з агротехніки вирощування світчграсу, вивчення ентомокомплексу цієї енергетичної культури та визначенням ризиків зменшення врожаю від шкідників.

Розглядаючи екологічні особливості при вирощуванні багаторічних трав, по-перше, потрібно вивчити їх вплив на ґрунт. Основні зміни в ґрунті при впровадженні цих енергетичних культур, будуть відбуватися на рівні кругообігу вуглецю. Спостерігатиметься збільшення кількості запасів вуглецю та органічних речовин. Багаторічні трави мають надзвичайно розвинену мичкувату кореневу систему, яка заглиблюється на декілька метрів в глиб ґрунту. За рахунок цього коренева біомаса цих рослин складає 72% від їх загальної біомаси [4]. Внаслідок цього, більшість фотосинтетично фіксованого азоту формується в корінні і залишається там після збирання врожаю незібраним. Збільшення кількості азоту призводить до підвищення біомаси мікроорганізмів в ґрунті. Це, в свою чергу, підвищує актив-

ність останніх та додає органіки, покращуючи структуру ґрунту та його пористість. Сукупність цих факторів впливає на покращення інфільтрації та здатності утримання вологи, також поліпшується якість та родючість ґрунту.

Вирощування енергетичних культур для виробництва біопалива другої генерації має також вплив на ерозійні процеси в ґрунті. При вирощуванні багаторічних трав, завдяки швидкоростучій вегетативній масі, утворюється щільний ґрунтовий покрив, який сприяє зменшенню проявів вітрової та водної ерозії [5].

Наступний аспект введення багаторічних трав як енергетичних культур, що пов'язаний з використанням земельних ресурсів – це інтенсифікація процесу залучення до виробництва земель не сільськогосподарського призначення. Зазвичай деградовані землі характеризуються нестачею води, що погіршує рух поживних рослин та сповільнює ріст рослин, а також низькою родючістю ґрунту та високими температурами. Загальні проблеми цих територій спричиняють деградацію процесів вегетації, водну та вітрову ерозію, стиснення ґрунту, утворення щільних ґрунтових кірок та сприяють загальному виснаженню ґрунту. Забруднення, окислення теж спостерігаються на деградованих ділянках. Але біоенергетичні культури можуть нормально рости на збіднених ґрунтах і навіть сприяють створенню оптимальних умов для отримання значних врожаїв. Залучення ґрунтів такого типу для ведення сільського господарства є надзвичайно важливим кроком у зменшенні конфлікту з продовольчими культурами та може слугувати створенню нових джерел надходжень для фермерів [6].

У процесі впровадження багаторічних трав також потребує вивчення вплив на супутнє біорозмаїття. Аналіз цього питання свідчить, що на макрорівні, наявність розвиненої кореневої системи сприяє її заселенню певними видами мікроорганізмів. Не існує конкретних даних щодо збільшення поширення мікроорганізмів, але розуміння особливостей динаміки популяцій мікроорганізмів нашою думкою, що все ж такі декілька угруповань мікроорганізмів можуть сформуватися. Також існує достовірне свідчення, що коренева система світчґрасу створює оптимальні умови для розвитку азотфіксуючих бактерій та грибів мікоризи [7]. Аналізуючи питання про біорозмаїття, слід зауважити, що процес його збереження також залежить і від попереднього призначення земель, на яких планується вирощування енергетичних культур. Наприклад, заміна лісів та лісосмуг біоенергокультурами може спричинити зменшення біорозмаїття. При використанні земель, де вирощувалися зернові та інші сільськогосподарські культури, можливо очікувати позитивний вплив на природні популяції [8].

Результати досліджень свідчать про те, що, якщо багаторічні трави вирощуються на землях не сільськогосподарського призначення, або на невіддях, то безперечно виникне проблема зі шкідливими організмами – фітофагами [8]. Видовий склад шкідливих

організмів багаторічних трав не вивчений, закономірності заселення ними аграрних екосистем при зміні типу землекористування не встановлено, система захисту рослин від фітофагів не розроблена.

У 2011 році розпочали дослідження структури ентомологічного комплексу шкідників світчґрасу на дослідних ділянках інституту біоенергетичних культур та цукрових буряків. На Ялтушківській дослідно-селекційній станції (Вінницька область) проаналізували вплив обробітку ґрунту та доз внесення органічних та мінеральних добрив на врожайність та потенційний видовий склад фітофагів. У 2012 році на Весело-Подільській дослідно-селекційній станції (Полтавська область) почали вивчення закономірностей заселення рослин шкідниками розпочали на фоні широкої варіації сортів світчґрасу (Дакота, Небраска, Санберст, Канлоу, Форестбург, Картадж, Шелтер, Аламо, Кейв-ін-рок).

Результати попередніх досліджень свідчать про те, що довготривале вирощування світчґрасу може сприяти формуванню сталого комплексу не тільки багатодіних, а також спеціалізованих фітофагів спільних зі сільськогосподарськими культурами з родини *Poaceae*. Дана ситуація може створити загрозу для врожаю як енергетичних, так і продовольчих культур.

Окрім прояву наслідків при вирощуванні багаторічних трав на ґрунт та біорозмаїття, слід також розглянути і інші аспекти впливу, а саме воду і атмосферу.

Цей вплив проаналізуємо на прикладі світчґрасу або проса лозоподібного. Цю рослину інтродукували з північної Америки. Головною особливістю світчґрасу є його належність до рослин C_4 групи фотосинтезу. З агрономічної точки такі рослини мають надзвичайні переваги порівняно з традиційними для України культурами. Перш за все, – це здатність покращувати ефективність водоспоживання, тим самим зменшуючи випаровування води витрати води [9, 10].

Поряд з позитивним ефектом вирощування багаторічних трав на покращення водного балансу та якості води, одним з найбільш вагомим аргументом для їх впровадження є вплив на викиди парникових газів. Завдяки особливості швидко рости багаторічні трави мають здатність в більших кількостях поглинати вуглекислий газ CO_2 і в той же час мінімально його виділяти. Їхній вплив на формування парникових газів призводить до зменшення викидів і інших шкідливих газів, таких як закис азоту N_2O . Викиди даного газу утворюються внаслідок сільськогосподарської діяльності та загострюють проблеми, пов'язані з глобальним потеплінням. Застосування азотних добрив спричиняє формування NO_3 . Той факт, що енергетичні культури потребують мінімальних внесень добрив або взагалі цього не потребують сприяє тому, що викиди шкідливих парникових газів можливо звести до мінімуму.

Викиди SO_2 та NO_2 , в основному, формуються при спалюванні традиційних видів пального і спричиняють утворення кислотних дощів. Це явище

формує багато негативних наслідків для навколишнього середовища. При спалюванні таких рослин вивільнюється менша кількість кислотних газів. Головним чином ця відмінність пов'язана з наявністю низької кількості Сульфуру у біомасі енергетичних рослин. Тому заміна звичайних видів пального на пальне, отримане з біомаси буде мати істотний та позитивний ефект для пом'якшення проявів та наслідків змін клімату [11, 12].

ВИСНОВКИ. В останні роки у всьому світі збільшується виробництво біопалива, і головним чином, з ціллю пом'якшення негативних впливів парникових газів. Наукові дані свідчать про те, що масштабне виробництво біопалива може сприяти зниженню викидів парникових газів, і таким чином стане важливим додатковим вкладом у збереження біорозмаїття. Залежно від змін у землекористуванні та вибору типу біомаси виробництво біопалива може створювати позитивний вплив на біорозмаїття. Наприклад, заміна однорічних культур багаторічними травами та відновлення деградованих земель може призвести до розширення біорозмаїття тварин [13]. Довготривалому вирощуванню багаторічних трав для виробництва біопалива другої генерації у промислових масштабах має передувати детальне вивчення комплексу фітофагів, розробка порогів їх шкідливості та методів регулювання чисельності.

Матеріали були представлені на Студентській конференції «Третій Вишеградський круглий стіл з обговорення змін клімату», яка проводилась у Банській Бистриці, Словаччина, 1–2 липня 2012 року. Роботи виконувались за підтримки Програми малих грантів для випускників № 12/169 та Відділу преси, освіти та культури Посольства США в Україні.

ЛІТЕРАТУРА

1. Pidlisnyuk Valentina. Fundamentals of Sustainable Development. – Kremenchug: Zherbatikch O.V Press, 2008. – 123 p.
2. Pidlisnyuk V.V, Zagirnyak M.V, Stefanovska T.R. Climate change. Shortly about essential. Guide book. – Kremenchug: Scherbatikch O.V. Press, 2010. – 104 p.
3. Brown S.J. Bioenergy '94 Field Day: Biomass crops seen as an opportunity for future energy markets. Sustainable Farming. – 1994. – 8(2).
4. Lewandowski I, Scurlock J.M.O., Lindvall E., Christou M. The development and current status of

perennial rhizomatous grasses as energy crops in the US and Europe. Biomass and Bioenergy. Article in Press, 2003.

5. Ma Z., Wood C.W., Bransby D.I. Impact of row spacing, nitrogen rate, and time on carbon partitioning of switchgrass. // Biomass and Bioenergy. – 2001. – 20. PP. 413–419.

6. Fribourg H.A. and Wells G.R. Sustainable biomass production on marginal agricultural land // American Society of Agricultural Engineers. – 1992. – PP. 17–26.

7. Clark R.B., Zeto S.K., Zobel R.W. Arbuscular mycorrhizal fungal isolate effectiveness on growth and root colonization of *Panicum virgatum* in acidic soil // Soil Biology and Biochemistry. – 1999. – PP. 1757–1763.

8. 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 UK) // Agricultural Ecology Research: Its role in delivering sustainable farm systems. – 2011. – PP. 165–169.

9. McLaughlin S.B. and Walsh M.E. Evaluating environmental consequences of producing herbaceous crops for bioenergy // Biomass and Bioenergy. – 1998. – PP. 317–324.

10. Long, S.P., Potter L., Bingham M.J. and Striling C.M. An analysis of limitations to the production of C4 perennials as lingo-cellulosic biomass crops, with reference to trials in E. – England: In Biomass for Energy and Industry, 5th European Conference, Elsevier Applied Science, Edited by G. Grassi, G. Gosse, G. dos Santos, 1990. – PP. 235–241.

11. Clifton-Brown J.C. and Lewandowski I. Water use efficiency and biomass partitioning of three different *Miscanthus* genotypes with limited and unlimited water supply // Annals of Botany. – 2000. – PP. 191–200.

12. Ercoli L., Mariotti M., Masoni A., Bonari E. Effect of irrigation and nitrogen fertilization on biomass yield and efficiency of energy use in crop production of *Miscanthus* // Field Crops Research. – 1999. – PP. 3–11.

13. Girouard P. Research updates: Biomass an emerging industry for agriculture // Sustainable Farming. – 1994. <http://eap.mcgill.ca/MagRack/SF/Summer%2094%20C.htm>

AGRO-ENVIRONMENTAL ASPECTS OF PERENNIAL GRASSES GROWING FOR SECOND GENERATION BIOFUELS

S. Kucherovska, T. Stefanovska

National University of Life and Environmental Science

vul. Geroyv Oborony, 15, Kyiv, Ukraine. E-mail: Sve.Kucherovska@gmail.com

Nowadays demands for second generation biofuels are growing constantly. The article deals with main aspects of agroecological impact of growing second generation energy crops. Introduction and commercial growing of perennial grasses *Miscanthus giganteus* and switchgrass *Panicum virgatum* impact on environment: soil, water, biodiversity, atmosphere has been shown.

Key words: biofuels, perennial grasses, biodiversity.

REFERENCES

1. Pidlisnyuk Valentina. *Fundamentals of Sustainable Development*. – Kremenchug: Zherbatikch O.V Press, 2008.– 123 p.
2. Pidlisnyuk V.V, Zagirnyak M.V, Stefanovska T.R. *Climate change. Shortly about essential*. Guide book. – Kremenchug: Scherbatikch O.V. Press, 2010. – 104 p.
3. Brown S.J. Bioenergy '94 Field Day: *Biomass crops seen as an opportunity for future energy markets. Sustainable Farming*. – 1994. – 8 (2).
4. Lewandowski I, Scurlock J.M.O., Lindvall E., Christou M. *The development and current status of perennial rhizomatous grasses as energy crops in the US and Europe. Biomass and Bioenergy*. Article in Press, 2003.
5. Ma Z., Wood C.W., Bransby D.I. Impact of row spacing, nitrogen rate, and time on carbon partitioning of switchgrass // *Biomass and Bioenergy*. – 2001. – 20. PP. 413–419.
6. Fribourg H.A. and Wells G.R. Sustainable biomass production on marginal agricultural land // *American Society of Agricultural Engineers*. – 1992. – PP. 17–26.
7. Clark R.B., Zeto S.K., Zobel R.W. Arbuscular mycorrhizal fungal isolate effectiveness on growth and root colonization of *Panicum virgatum* in acidic soil // *Soil Biology and Biochemistry*. – 1999. – PP. 1757–1763.
8. 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 UK) // *Agricultural Ecology Research: Its role in delivering sustainable farm systems*, ISSN 0265-1491. – 2011. – PP. 165–169.
9. McLaughlin S.B. and Walsh M.E. Evaluating environmental consequences of producing herbaceous crops for bioenergy // *Biomass and Bioenergy*. – 1998. – PP. 317–324.
10. Long, S.P., Potter L., Bingham M.J. and Striling C.M. An analysis of limitations to the production of C4 perennials as lingo-cellulosic biomass crops, with reference to trials in E. – *England: In Biomass for Energy and Industry, 5th European Conference, Elsevier Applied Science, Edited by G. Grassi, G. Gosse, G. dos Santos, 1990. PP. 235–241.*
11. Clifton-Brown J.C. and Lewandowski I. Water use efficiency and biomass partitioning of three different Miscanthus genotypes with limited and unlimited water supply // *Annals of Botany*. – 2000. – PP. 191–200.
12. Ercoli L., Mariotti M., Masoni A., Bonari E. Effect of irrigation and nitrogen fertilization on biomass yield and efficiency of energy use in crop production of Miscanthus. // *Field Crops Research*. – 1999. – PP. 3–11.
13. Girouard P. Research updates: Biomass an emerging industry for agriculture. // *Sustainable Farming*. – 1994.
<http://eap.mcgill.ca/MagRack/SF/Summer%2094%20C.htm>

Стаття надійшла 13.09.2012.

Рекомендовано до друку
д.б.н., проф. Никифоровим В.В.