

KRYTYCZNA OCENA MOŻLIWOŚCI ADAPTACJI METODY LCA DO SUROWCOWEJ PRODUKCJI W ROLNICTWIE

Łukasz Bolibok, Jerzy Grudziński

Katedra Podstaw Techniki, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

Streszczenie. Prowadzenie intensywnych metod produkcji roślin energetycznych na dużych obszarach rolnych oraz ich wykorzystywanie jako surowców bioenergetycznych wywierają określony wpływ na środowisko naturalne. Celem artykułu jest wyznaczenie kategorii oddziaływań na środowisko przy uprawie i użytkowaniu roślin energetycznych, wstępna ocena istotności ich wpływu na środowisko w warunkach krajowych na podstawie literatury oraz badań własnych. Wyniki analizy planuje się wykorzystać do budowy komputerowych baz danych zgodnych z metodyką oceny cyklu życia LCA (Life Cycle Assessment).

Słowa kluczowe: rośliny energetyczne, ocena cyklu życia, LCA

Wstęp

Spadek opłacalności produkcji roślinnej na cele żywnościowe, przy realnej perspektywie stałego zbytu na rośliny energetyczne stanowi motywację dla zmiany profilu produkcji wielu gospodarstw rolnych. Szacunki prof. Kusia i prof. Fabera wskazują, że realizacja wymogów dotyczących prognozowanej zmiany profilu produkcji rolnej, wymagałaby przeznaczenia do roku 2020 1,6 mln ha gruntów pod produkcję roślin energetycznych i wzrostu plonowania w tym okresie od 6 do 11% [Faber, Kuś 2009]. Oznacza to znaczący wzrost intensyfikacji produkcji rolnej na cele nieżywnościowe, co może z kolei wywoływać szereg trudnych do przewidzenia zjawisk w środowisku naturalnym.

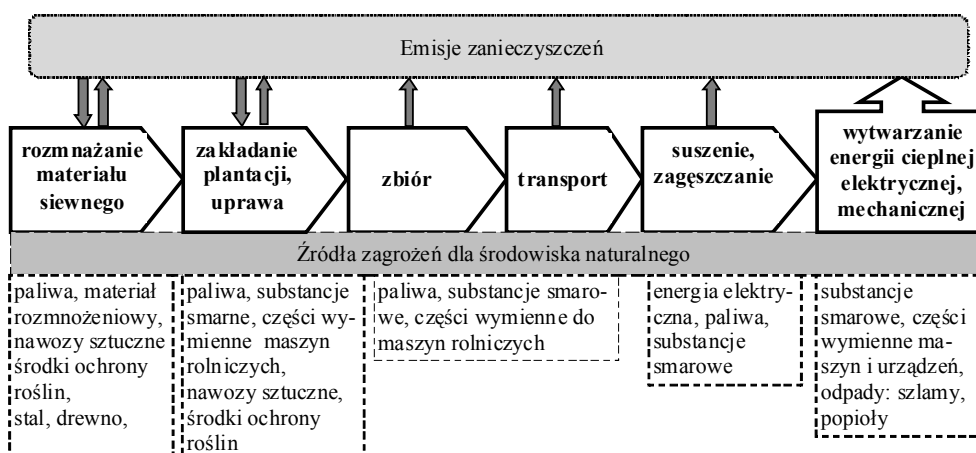
Ocena środowiskowych konsekwencji zwiększania asortymentu i powierzchni upraw energetycznych zależy od znacznej liczby trudnych do oceny czynników. Metody oceny oddziaływania produktów na środowisko znajdują się w fazie stałego rozwoju. Aktualnie do najbardziej znaczących zalicza się metodę LCA [PN-EN-ISO 14040] obejmującą wszystkie etapy życia (istnienia) wyrobu. Podejmowane są próby jej zastosowania do oceny oddziaływań środowiskowych upraw rolniczych oraz produktów żywnościowych [Roy i in. 2009; Chiaramonti i in. 2010]. W literaturze krajowej występują fragmentaryczne doniesienia o badaniach oceny wpływu uprawy i wykorzystania roślin energetycznych na środowisko naturalne [Bocheński 2006; Grzybek 2006; Kuś i in. 2009].

Cel i zakres pracy

Celem pracy było wyznaczenie i analiza kategorii oddziaływań na środowisko uprawy i użytkowania roślin energetycznych w pełnym cyklu życia surowców energetycznych pochodzenia roślinnego oraz wstępna ocena istotności ich wpływu na środowisko w warunkach krajowych. Przyjęto, że na tym etapie badania będą obejmowały ogólne zasady produkcji i wykorzystania roślin energetycznych, bez rozróżniania specyfiki poszczególnych gatunków. W zakresie badań znalazły się oddziaływania na glebę, powietrze, zdrowie człowieka, jakość wód i bioróżnorodność środowiska przyrodniczego. Przewiduje się wykorzystanie wyników analizy w komputerowej ocenie cyklu życia LCA.

Etapy cyklu życia przy produkcji surowców bioenergetycznych

Ocena energochłonności produkcji rolnej opiera się na sformalizowanych metodykach wyznaczania zasobu energii zawartej w uzyskanym plonie odniesionej do sumarycznej ilości energii poniesionej na uprawę i zbiór roślin [Grzybek 2006, Wójcicki 2002]. Wyniki analiz efektywności energetycznej uprawy niosą pewną informację o stopniu jej szkodliwości dla środowiska. Wynika ona z założenia, że wielkość energii włożonej w uprawę i zbiór roślin zależy od stopnia oddziaływania uprawy na środowisko naturalne. Bardziej dokładne określenie wpływu roślin energetycznych dla środowiska umożliwia metoda LCA. Rys. 1. przedstawia poszczególne etapy cyklu życia surowca roślinnego.



Źródło: opracowanie własne autora

Rys. 1. Schemat cyklu życia surowców bioenergetycznych

Fig. 1. Diagram of the life cycle of raw materials for biopower [author's own work]

Uprawy roślin, w szczególności przeznaczonych na cele energetyczne, charakteryzują się złożonym oddziaływaniem na środowisko – roślina, np. na etapie zakładania plantacji i uprawy niekorzystne oddziaływania na środowisko wynikające z mechanizacji prac

uprawowych, nawożenia i stosowania środków ochrony roślin jest częściowo kompensowane przemianą CO₂ na tlen w procesie fotosyntezy.

Analiza kategorii wpływu

Metoda LCA uwzględnia następujące podstawowe kategorie wpływu na środowisko naturalne: 1. zakwaszenie gleby i wody, 2. działanie toksyczne i rakotwórcze (na człowieka i na inne organizmy żywe), 3. zubożenie zasobów naturalnych, 4. efekt cieplarniany, 5. obciążenia organizmu ludzkiego, 6. naruszenie równowagi środowiskowej, 7. promieniowanie i oddawanie ciepła, 8. niszczenie warstwy ozonowej, 9. tworzenie smogu fotochemicznego, 10. eutrofizacja [Grudziński 2008]. Do oceny oddziaływań ekologicznych roślin energetycznych w okresie od początku rozwoju embrionalnego, do ich degradacji związanej z przemianą energii chemicznej na energię elektryczną, mechaniczną lub ciepłą należy uwzględnić specyficzne kategorie dodatkowe, jak np. oddziaływanie roślin na glebę, powietrze, jakość wód, kształtowanie krajobrazu, bioróżnorodność.

Oddziaływanie na glebę może mieć charakter pozytywny, poprzez to, że rośliny energetyczne pobierają z gleby znaczne ilości metali ciężkich [Borkowska, Styk 2006] co powoduje, że ich uprawa może być jednym z etapów rekultywacji gleb skażonych i zdegradowanych [Kościk 2003]. Działanie fitosanitarne roślin wieloletnich, mogących stanowić alternatywę dla uprawy zbóż, polega na użyźnianiu gleb i poprawie ich produktywności [Piechota 2010]. Wybrane technologie uprawy roślin energetycznych sprzyjają wyłapywaniu i magazynowaniu w glebie (sekwestracji) CO₂ [Brandao 2010]. Z drugiej strony intensywne technologie uprawy mogą powodować degradację gleby poprzez wyjałowienie, zwiększanie zawartość azotu i siarki oraz naruszanie bilansu wodnego. Zwiększając nawożenie ponad wartości graniczne doprowadza się do wzrostu zakwaszenia gleby, spadku plonów i obniżenia efektywności energetycznej produkcji [Kościelniak 2008].

Analizy zasobów wodnych w glebie wykazały, iż plantacje roślin energetycznych nie powinny być zakładane w środkowej Polsce (Mazowsze, Kujawy i Wielkopolska). Duże zapotrzebowanie takich roślin na wodę przy niekorzystnym bilansie wodnym wymienionych regionów Polski spowodowałyby obniżenie poziomu zalegania wód gruntowych, co ograniczyłoby dostęp do wody roślin występujących na tych terenach [Faber 2008].

Dostępne głównie w literaturze zagranicznej wyniki badań wpływu roślin energetycznych na środowisko glebowe są trudno porównywalne z uwagi na różnice klimatyczne i uprawowe.

Efektywność energetyczna produkcji rolnej określona jako stosunek ilości energii zmaganizowanej w plonie do nakładów energetycznych poniesionych na uprawę i zbiór. Wyniki badań [Piskier 2009] wskazują na wysokie wartości efektywności uprawy topinamburu – 5,46. Porównanie efektywności energetycznej poszczególnych gatunków daje nam pewien pogląd na stopień ich oddziaływania na środowisko. Metoda nie uwzględnia zjawisk występujących w przetwarzaniu energii chemicznej surowca roślinnego na energię elektryczną, bądź ciepłą.

Bioróżnorodność – określa stan występowania na określonym obszarze różnorodnych form biologicznych. W uprawach roślin zalecane jest stosowanie różnorodności gatunkowej z uwagi na większe prawdopodobieństwo występowania i rozprzestrzeniania się chorób i szkodników w uprawach monokulturowych [Radziewicz 2009; Majtkowski 2006].

Zagadnienie zachowania bioróżnorodności komplikuje fakt korzystnego oddziaływania niektórych szkodników na środowisko, przy jednoczesnym negatywnym oddziaływaniu na wielkość plonowania.

Tabela 1. Wpływ uprawy na środowisko [na podstawie Rowe i in. 2007]

Table 1. Impact of cultivation on the environment [on the basis of Rowe et al, 2007]

Wpływ na środowisko	Wierzba	Miskant	Pszenica, rzepak, burak cukrowy
Walory wizualne	-	-	+/-
Bioróżnorodność ptaków	++	-	+/-
Bioróżnorodność roślin	++	+/-	+/-
Bioróżnorodność bezkręgowców	++	+/-	+/-
Bioróżnorodność ssaków	+/-	+/-	+/-

gdzie: „+” to wpływ dodatni, „-” wpływ ujemny

Z zestawienia wynika, że większość, szczególnie wielkoobszarowych plantacji wysokich roślin energetycznych pogarsza walory wizualne krajobrazu. Jednocześnie wierzby przyczyniają się do zwiększenia bioróżnorodności flory i fauny w porównaniu do produkcji roślinnej na cele żywnościowe [Rowe i in. 2007; Faber, Kuś 2009].

Eutrofizacja to proces wzbogacania wody w substancje odżywcze, powodujący wzrost porostu roślin wodnych, zwiększenie ilości mułu i mętnienie wody. Wskaźnikiem rozwoju procesu eutrofizacji jest, wzrost stężenia różnych form azotu i fosforu oraz znaczny przyrost biomasy spadek stężenia tlenu w wodzie, co prowadzi do śnięcia ryb oraz do rozkładu anaerobowego w wyniku którego powstaje metan i związki siarki. Stwierdzono, że eutrofizacja nie występuje w wodach rzek i jezior zawierających mniej, niż $0,15 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ fosforanów i $2,2 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ azotanów [Kowalski i in. 2007]. Jednostką parametrów eutrofizacji jest $\text{PAF} \cdot \text{mm}^2 \cdot \text{rok}$, gdzie PAF (Potentially Affected Fraction) – frakcja gatunków narażonych na wpływ w ciągu roku na obszarze 1 m^2 . Jako najmniejszą dopuszczalną ilość rozpuszczonego tlenu w wodach powierzchniowych, w których możliwy jest rozwój organizmów przyjmuje się $4 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ [Chelmski 2002].

Podsumowanie i wnioski

Rosnący w kraju areał upraw roślin energetycznych wywołuje potrzebę oceny wpływu takich upraw i energetycznego użytkowania materiałów roślinnych pod kątem zagrożenia dla środowiska człowieka. Wyniki dotychczasowych badań wskazują na złożoność problematyki oddziaływania upraw roślin energetycznych na środowisko naturalne oraz brak kompletnych i jednorodnych danych krajowych z tego zakresu. Określenie cyklu życia roślin energetycznych oraz wyznaczenie kategorii wpływu stanowią pierwszy etap pracy nad zastosowaniem metodyki LCA do oceny wpływu ich produkcji i użytkowania na środowisko. W dalszej części badań planowane jest obliczenie wskaźników kategorii wpływu dla konkretnych gatunków roślin, warunków uprawy i różnych wariantów konwersji energii zawartej w roślinnych surowcach energetycznych.

Bibliografia

- Bocheński C.I.** 2006. Ocena nakładów energetycznych i emisji gazów przy produkcji estrów oleju rzepakowego. *Inżynieria Rolnicza* 5(80). s. 31-38.
- Brandao M. et al.** 2010. Soil organic carbon changes in the cultivation of energy crops: Implication for GHG balances and soil quality for use in LCA. *Biomass and Bioenergy*, doi: 10.1016/j.biombioe.2009.10.019. s. 1-14.
- Chelmicki W.** 2002. Woda. Zasoby, degradacja, ochrona. Warszawa.
- Chiaramonti D., Recchia L.** 2010. Is life cycle assessment (LCA) a suitable method for quantitative CO₂ saving estimations? The impact of field input on the LCA results for a pure vegetable oil chain. *Biomass and bioenergy*. 34. s. 787-797.
- Faber A.** 2008. Przyrodnicze skutki uprawy roślin energetycznych. *Studia i raporty IUNG - PIB zeszyt 11*. Puławy ISBN 978-83-7562-001-6.
- Kuś J., Faber A.** 2009. Produkcja roślinna na cele energetyczne a racjonalne wykorzystanie rolniczej przestrzeni produkcji Polski. Puławy. s. 63-76.
- Grudziński J.** 2008. Modelowanie zagrożeń ekologicznych w regeneracji części maszyn rolniczych. *Inżynieria Rolnicza*. Nr 7(105). s. 65-70.
- Grzybek A.** 2006. Wpływ wybranych roślin energetycznych na środowisko. *Problemy Inżynierii Rolniczej*. Nr 2. s. 17-18.
- Kościelniak W.** 2008. [online] Zakwaszenie gleb olbrzymią barierą we wzroście plonów . [dostęp 8.06.2010]. Dostępny w Internecie: http://www.techagra.com/news_shw.php?id=2500
- Kościk B** -red. 2003. Rośliny energetyczne. Wyd. AR Lublin ISBN 83-7259-091-5.
- Kowalski Z., Kulczycka J., Góralczyk M.** 2007. Ekologiczna ocena cyklu życia procesów wytwórczych (LCA). PWN Warszawa ISBN 978-83-01-15184-3.
- Majtkowski W.** 2006. Bioróżnorodność upraw energetycznych podstawą zrównoważonego rozwoju. *Problemy Inżynierii Rolniczej*. Nr 2. s. 25-36.
- Piechota A.** [online]Uprawa roślin energetycznych na biomasę. [dostęp 5.06.2010]. Dostępny w Internecie: <http://www.agrosukces.pl/>
- Piskier T.** 2009. Analiza efektywności energetycznej uprawy topinamburu z przeznaczeniem na opał - wstępne wyniki badań. *Inżynieria Rolnicza*. Nr 5(114). s. 237-243.
- Radzewicz J.** 2009. Rośliny energetyczne Nr 31 CBR ISSN 1734-3070.
- Rowe R., Street N., Taylor G.** 2007. Identifying potential environmental impacts of largescale deployment of dedicated bioenergy crops in UK. *Renew. Sustain. Energy Rev.* s. 90-297.
- Roy P., Nei D., Orikasa T., Xu Q., Okadome H., Nakamura N., Shiina T.** 2009. A review of Life Cycle Assessment (LCA) on some food products. *Journal of Food Engineering*. s. 1-10.
- Wójcicki Z.** 2002. Wyposażenie i nakłady materiałowo-energetyczne w rozwojowych gospodarstwach rolniczych. IBMER Warszawa. ISBN 83-86264-62-4.
- PN-EN-ISO 14040. 2009. Zarządzanie środowiskowe – Ocena cyklu życia – zasady struktura.

CRITICAL EVALUATION OF THE POSSIBILITY OF ADAPTING THE LCA METHOD FOR THE RAW MATERIALS PRODUCTION IN AGRICULTURE

Abstract. Using intensive methods of producing energy crops on large agricultural areas and using those crops as raw materials for biopower have substantial impact on the natural environment. The aim of this paper is to determine categories describing how the environment is being influenced by the cultivation and use of energy crops, as well as to pre-evaluate the relevance of their impact on the environment in Poland on the basis of professional literature and own research. The results of the analysis are to be used for creating digital databases, consistent with the Life Cycle Assessment (LCA) methodology.

Key words: energy crops, life cycle assessment, LCA

Adres do korespondencji:

Łukasz Bolibok; e-mail: lukaszbolibok@wp.pl
Katedra Podstaw Techniki
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
ul. Doświadczalna 50a
20-060 Lublin