Вплив енергетичних культур на якість екосистемних послуг чорнозему опідзоленого важкосуглинкового

Я. М. Водяк

Національний науковий центр «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського»,
Харків, Україна

ІНФОРМАЦІЯ	АНОТАЦІЯ
Отримано 15.02.2021 Отримано після доопрацювання 30.04.2021 Затверджено до видання 07.06.2021 Доступно онлайн 01.08.2021	У статті представлено результати досліджень щодо впливу енергетичних культур на якість таких екосистемних послуг чорнозему опідзоленого (Luvic Chernic Phaozem) важкосуглинкового, як постачання, регулювання та підтримання екосистем. Спостереження вели протягом 2019-2020 рр. у досліді на території Державного підприємства ДГ «Граківське», сел. Новий Коротич у Харківській області України. Енергетичні багаторічні культури, вирощувані у досліді: Міскантус гігантський (<i>Miscanthus Giganteus</i>) (посадки 2016 (I) і 2019 (II) років); Сіда багаторічна (<i>Sida hermaphrodita</i>) (2018 р.); Сильфій пронизанолістий (<i>Silphium perfoliatum</i> L.) (2018 р.). Контрольовані показники: вміст органічного вуглецю в ґрунті; рН; чисельність мікроартропод у ґрунті; довжина стебла рослин. Виявлено, що у верхніх шарах ґрунту під рослинами енергетичних культур, а особливо у прикореневій зоні сильфію, відбувається підвищення вмісту органічного вуглецю. За рахунок кореневих виділень культур також, спостерігається невелике зниження рН. Позитивний вплив рослин спостерігається, також і на чисельності ґрунтових безхребетних – мікроартропод, а саме, колембол та орибатид. Їх кількість збільшується, що свідчить про утворення сприятливих для цих живих істот умов у прикореневій зоні всіх енергетичних культур. Наприклад, у травні 2019 року під міскантусом чотирирічним їх стало майже утричі більше (6120 екз./м ²), під однорічним – 4860, під сильфієм – 5040, а під сідою 4320 екз./м ² , порівняно з контрольною ділянкою без рослин (2700 екз./м ²). Відмічено позитивні зміни й щодо оструктурування ґрунту, під впливом вирощування міскантуса гігантського, особливо у верхньому шарі. Коефіцієнт структурності на варіантах зріс від 1,39 на контролі, до 2,26 у шарі 0-20 під міскантусом. Вимірювання висоти стебел, показало, що всі обрані культури здатні нормально функціонувати незважаючи на зменшення опадів та підвищення температури в останні роки. Рослини не пригнічуються у посушливих умовах і з часом тільки збільшують об'єми біомаси. Таким чином, на плантаціях з енергетичними культурами покращуються послуги постачання – отримання енергетичної сировини, регулювання – поліпшення якості ґрунту і підтримання екосистем – депонування органічного вуглецю.
Ключові слова: екосистемні послуги; енергетичні культури; мікроартроподи; міскантус гігантський; сіда багаторічна; сильфій пронизанолістий; чорнозем опідзолений;	

* E-mail: 1994demidova@gmail.com

Форма цитування: Водяк Я.М. Вплив енергетичних культур на якість екосистемних послуг чорнозему опідзоленого важкосуглинкового. *Агрохімія і ґрунтознавство*. Міжвід. тем. наук. збірник. Вип. 91. Харків: ННЦ «ІІА ім. О.Н. Соколовського». 2021. С. 64-71. <https://doi.org/10.31073/acss91-08>

Список використаних джерел

1. Шевчук Р.В. Біоенергетичні культури для Полісся. Всеукраїнський інформаційно-аналітичний портал «Аграрний Тиждень. Україна». URL: <https://a7d.com.ua/plants/13853-boenergetichn-kulturi-dlya-polssya.html> (дата звернення: 10.02.2021).
2. Two Novel Energy Crops: *Sida hermaphrodita* (L.) Rusby and *Silphium perfoliatum* L. State of Knowledge / L. Cumplido-Marin, A.R. Graves, P.J. Burgess [et. al.]. *Agronomi*. 2020. V. 10(7). 928. URL: <https://doi.org/10.3390/agronomy10070928>.
3. Organic compounds in root exudates of *Miscanthus x Giganteus* greif et deu and limitation of microorganisms in its rhizosphere by nutrients. / H. Kaňová, J. Carre, V. Vranová, K. [et. al.]. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*. 2010. V. LVIII N 5. P. 203-208. URL: <https://doi.org/10.11118/actaun201058050203>.
4. Калетнік Г.М. Біопаливо: продовольча, енергетична та екологічна безпека України. *Біоенергетика*. 2013. № 2. С. 12-14. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Bioen_2013_2_6.
5. Жілен Д., Сайгін Д., Вагнер Н. IRENA REmap 2030. Перспективи розвитку відновлюваної енергетики в Україні до 2030 року. 2015. Абу-Дабі. URL: http://uwea.com.ua/uploads/docs/IRENA_REmap_2015_ukr.pdf.
6. Василюк О., Ільмінська Л. Екосистемні послуги. Огляд. БО «БФ «Фонд захисту біорізноманіття України». Ukrainian Nature Conservation Group. 2020. 82 с.
7. Енергетична і економічна ефективність вирощування Сильфії пронизанолістої на тверде біопаливо/ Р.В Шевчук, Б.В. Гук, Г.М. Шевчук [та ін.]. *Біоенергетика*. 2015. №. 1. С. 28-29.
8. Beale C.V., Long S.P. Seasonal dynamics of nutrient accumulation and partitioning in the perennial C₄-grasses *Miscanthus x giganteus* and *Spartina cynosuroides*. *Biomass and Bioenergy*. 1997. V. 12. Iss. 6. P. 419-428. [https://doi.org/10.1016/S0961-9534\(97\)00016-0](https://doi.org/10.1016/S0961-9534(97)00016-0).
9. Christian D.G., Riche N.E., Yates N.E. Growth, yield and mineral content of *Miscanthus x giganteus* grown as a biofuel for 14 successive harvests. *Industrial Crops and Products*. 2008. V. 28. P. 320-327. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2008.02.009>.
10. Baran S., Wójcikowska-Kapusta A., Oleszczuk P. Changes of pollutant content during sewage sludge composting process. Part I.: Total polycyclic aromatic hydrocarbon content. *Inżynieria Ekologiczna*. 2005. V. 12, P. 19–25.
11. Yields, calorific value and chemical properties of cup plant *Silphium perfoliatum* L. biomass, depending on the method of establishing the plantation / M. Bury E. Mozdzer, T. Kitchzac [et al.]. *Agronomi*. 2020. V. 10(6):851. <https://doi.org/10.3390/agronomy10060851>.
12. Heaton E.A., Dohleman F.G., Long S.P. Seasonal nitrogen dynamics of *Miscanthus x giganteus* and *Panicum virgatum*. *GBC Bioenergy*. 2009. V. 1. P. 297-307 <https://doi.org/10.1111/j.1757-1707.2009.01022.x>.

13. Šiaudinis G., Liaudanskienė I., Šlepetienė A. Changes in soil carbon, nitrogen and sulphur content as influenced by liming and nitrogen fertilization of three energy crops. *Icelandic Agricultural Sciences*. 2017. (30). P. 43-50. <https://doi.org/10.16886/IAS.2017.05>.
14. Nahm M., Morhart C. Virginia mallow (*Sida hermaphrodita* (L.) Rusby) as perennial multipurpose crop: biomass yields, energetic valorization, utilization potentials, and management perspectives. *GBC Bioenergy*. 2018. V. 10, Iss.6. P. 393-404. <https://doi.org/10.1111/gcbb.12501>.
15. Ustac S., Munoz J. Cup-plant potential for biogas production compared to reference maize in relation to the balance needs of nutrients and some microelements for their cultivation. *Journal of Environmental Management*. 2018. V. 228. P. 260-266. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.09.015>.
16. Kiesel A., Lewandowski I. Miscanthus as biogas substrate-cutting tolerance and potential for an aerobic digestion. *GCB Bioenergy*. 2016. V.9, Iss.1. P. 153-167. <https://doi.org/10.1111/gcbb.12330>.
17. Mola-Yudego B., Aronsson P. Yield models for commercial willow biomass plantations in Sweden. *Biomass and Bioenergy*. 2008. V. 32 (9). P. 829-837. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2008.01.002>.
18. Potential of Miscanthus × giganteus grown on highly contaminated Technosols / N. Wanat, A. Austruy, E. Joussein [et al.]. *J. of Geochemical Exploration*. 2013. V. 126-127. P. 78-84.
19. Phytoremediation aspects of energy crops use in Ukraine / M.I. Kulyk, M.A. Galytska, M.S. Samoylik, I.I. Zhornyk. *Agrology*. 2019. V. 2(1), P. 65-73. <https://doi.org/10.32819/2617-6106.2018.14020>.
20. Meteo.farm. Arpo погода. URL: <https://www.meteo.farm/dashboard>.

UDC 631.413

Impact of energy crops on the quality of ecosystem services of Luvic Chernic Phaozem

Ya. N. Vodiak

National Scientific Center "Institute for Soil Science and Agrochemistry Research named after O. N. Sokolovsky",
Kharkiv, Ukraine

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p>Received 15.02.2021 Received in revised form 30.04.2021 Accepted 07.06.2021 Available online 01.08.2021</p> <p>Keywords:</p> <p>chernozem podzolized heavy loam; ecosystem services; energy crops; microarthropods; <i>Miscanthus giganteus</i>; <i>Sida hermaphrodita</i>; <i>Silphium perfoliatum</i></p>	<p>The article presents the results of research on the impact of energy crops on the quality of such ecosystem services of Luvic Chernic Phaozem as providing, regulating and supporting. The observation was conducted during 2019-2020 in the SE "Experimental Farm "Grakivske", Novyi Korotych village in Kharkiv region of Ukraine. Energy perennial crops grown in the experiment: <i>Miscanthus giganteus</i> (plantings 2016 (I) and 2019 (II) years); <i>Sida hermaphrodita</i> (2018); <i>Silphium perfoliatum</i> L. (2018). Control variables: determination of soil organic carbon content; pH level; number of microarthropods in the soil; plant stem length. An increase in organic carbon content was found in the upper soil layers beneath energy crop plants, especially in the root zone of <i>Silphium</i>. Due to the root excretions of the crops a slight decrease in pH is also observed in all the variants compared to the control. A positive effect of the plants is also observed on the numbers of soil invertebrates – microarthropods, namely columbines and oribatids. The increase in their numbers indicates the formation of favorable conditions for these living creatures, in the root zone of all energy crops. For example, in May 2019 compared to the control (2706 ex. / m²) under four-year-old <i>Miscanthus</i> almost tripled (6126 ex. / m²), under annual <i>Miscanthus</i> – 4860 ex. / m², under <i>Silphium</i> – 5040 ex. / m², and under <i>Sida</i> – 4320 ex. / m². Positive changes in soil structure under the influence of <i>Miscanthus giganteus</i> cultivation, especially in the upper layer, were also noted. The coefficient of structure on the variants increased from 1.39 on the control, to 2.26 in layer 0-20 under <i>Miscanthus</i>. Measurements of stem height, showed that all of the selected crops were able to function normally despite reduced rainfall and increased temperatures in recent years. The plants are not depressed under drought conditions and only increase their biomass over time. Thus, the results indicate an overall improvement in the quality of soil ecosystem services in energy crop plantations. In particular, provisioning services – obtaining energy raw materials; regulating services – improving soil quality; and ecosystem services – depositing organic carbon, are improved.</p>
E-mail: 1994demidova@gmail.com	

Citing: Vodiak Ya. M. 2021. Impact of energy crops on the quality of ecosystem services of Luvic Chernic Phaozem. *Agrochemistry and Soil Science*. Collected papers. No. 91. Kharkiv: NSC ISSAR, P. 64-71. [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.31073/acss91-08>.

References

1. Shevchuk R.V. Bioenergy crops for the Polissya. URL: <https://a7d.com.ua/plants/13853-boenergetichn-kulturi-dlya-polssya.html> (date of application 10.02.2021) [in Ukrainian].
2. Cumplido-Marin L., Graves A.R., Burgess P.J., Marhart C., Paris P., Jablonowski N.D., Facciotto G., Bury M., Martens R., Nahm M. 2020. Two Novel Energy Crops: *Sida hermaphrodita* (L.) Rusby and *Silphium perfoliatum* L. — State of Knowledge. *Agronomi*. V. 10(7). 928. URL: <https://doi.org/10.3390/agronomy10070928>.
3. Kaňová H., Carre J., Vranová V., Rejšek K., Formánek P. 2010. Organic compounds in root exudates of *Miscanthus* × *Giganteus* greif et deu and limitation of microorganisms in its rhizosphere by nutrients. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae* V. LVIII Number 5. P. 203-208. URL: <https://doi.org/10.11118/actaun201058050203>.
4. Kaletnik G.M. 2013. Biofuels: food, energy and environmental security of Ukraine. *Bioenergy*. № 2. P. 12-14. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Bioen_2013_2_6 [in Ukrainian].
5. Zhilen D., Sajhin D., Vagner N. 2015. IRENA. Prospects for the development of renewable energy in Ukraine until 2030. REMAP. Abu Dhabi. URL: http://uuea.com.ua/uploads/docs/IRENA_REMap_2015_ukr.pdf [in Ukrainian].
6. Vasyliuk O., Ilminska L. 2020. Ecosystem services. Review. CO «CF «Biodiversity Protection Fund of Ukraine». Ukrainian Nature Conservation Group. 82 p. [in Ukrainian].

7. Shevchuk R.V., Guk B.V., Shevchuk G.M. Yuvchuk N.O. 2015. Energy and economic efficiency of growing *Silphium perfoliatum* on solid biofuels. *Bioenergy*. № 1. P. 28-29. [in Ukrainian].
8. Beale C.V., Long S.P. 1997. Seasonal dynamics of nutrient accumulation and partitioning in the perennial C4-grasses *Miscanthus × giganteus* and *Spartina cynosuroides*. *Biomass and Bioenergy*. V. 12. Iss.6. P. 419-428. [https://doi.org/10.1016/S0961-9534\(97\)00016-0](https://doi.org/10.1016/S0961-9534(97)00016-0).
9. Christian D.G., Riche N.E., Yates N.E. 2008. Growth, yield and mineral content of *Miscanthus × giganteus* grown as a biofuel for 14 successive harvests. *Industrial Crops and Products*. V. 28. P. 320-327. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2008.02.009>.
10. Baran S., Wójcikowska-Kapusta A., Oleszczuk P. 2005. Changes of pollutant content during sewage sludge composting process. Part I: Total polycyclic aromatic hydrocarbon content. 2005. *Inżynieria Ekologiczna*. V. 12, P. 19–25.
11. Bury M., Możdżer E., Kitczak T., Siwek H., Włodarczyk M. 2020. Yields, calorific value and chemical properties of cup plant *Silphium perfoliatum* L. biomass, depending on the method of establishing the plantation. *Agronomy*. 10(6):851. <https://doi.org/10.3390/agronomy10060851>.
12. Heaton E.A., Dohleman F.G., Long S.P. 2009. Seasonal nitrogen dynamics of *Miscanthus × giganteus* and *Panicum virgatum*. *GBC Bioenergy*. V. 1. P. 297-307. <https://doi.org/10.1111/j.1757-1707.2009.01022.x>.
13. Šiaudinis G., Liaudanskienė I., Šlepetienė A. 2017. Changes in soil carbon, nitrogen and sulphur content as influenced by liming and nitrogen fertilization of three energy crops. 2017. *Icelandic Agricultural Sciences*. V. 30. P. 43-50. <https://doi.org/10.16886/IAS.2017.05>.
14. Nahm M., Morhart C. 2018. Virginia mallow (*Sida hermaphrodita* (L.) Rusby) as perennial multipurpose crop: biomass yields, energetic valorization, utilization potentials, and management perspectives. *GBC Bioenergy*. V. 10. Iss. 6. P. 393-404. <https://doi.org/10.1111/gcbb.12501>.
15. Ustac S., Munoz J. 2018. Cup-plant potential for biogas production compared to reference maize in relation to the balance needs of nutrients and some microelements for their cultivation. *Journal of Environmental Management*. V. 228. P. 260–266. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.09.015>.
16. Kiesel A., Lewandowski I. 2016. *Miscanthus* as biogas substrate-cutting tolerance and potential for an aerobic digestion. 2016. *GCB Bioenergy*. V.9. Iss.1. P. 153–167. <https://doi.org/10.1111/gcbb.12330>.
17. Mola-Yudego B., Aronsson P. 2008. Yield models for commercial willow biomass plantations in Sweden. 2008. *Biomass and Bioenergy*. V. 32 (9). P. 829-837. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2008.01.002>.
18. Wanat N., Austray A., Joussein E., Soubrand M., Hitmi A., Gauthier-Moussard C., Lenain J.F., Vernay P., Charles J., Munch C., Pichon M. 2013. Potential of *Miscanthus × giganteus* grown on highly contaminated Technosols. *Journal of Geochemical Exploration*. V. 126–127. P. 78–84.
19. Kulyk M.I., Galytska M.A., Samoylik M.S., Zhornyk I.I. 2019. Phytoremediation aspects of energy crops use in Ukraine. *Agrology*. V. 2(1), P. 65-73. <https://doi.org/10.32819/2617-6106.2018.14020>.
20. Meteo.farm. Agro weather. [Electronic resource]. Access mode: <https://www.meteo.farm/dashboard>.

УДК 631.413

Влияние энергетических культур на качество экосистемных услуг чернозема оподзоленного тяжелосуглинистого

Я. Н. Водяк

Национальный научный центр «Институт почвоведения и агрохимии имени А.Н. Соколовского»,
Харьков, Украина
E-mail: 1994demidova@gmail.com

В статье представлены результаты исследований влияния энергетических культур на качество таких экосистемных услуг чернозема оподзоленного (Luvic Chernic Phaozem) тяжелосуглинистого, как обеспечивающая, регулирующая и поддерживающая. Наблюдение вели в течение 2019-2020 гг. в опыте на территории опытного хозяйства «Граковское», пос. Новый Коротич в Харьковской области Украины. Энергетические многолетние культуры, выращиваемые в опыте: Мискантус гигантский (*Miscanthus Giganteus*) (посадки 2016 (I) и 2019 (II) годов); Сиды многолетняя (*Sida hermaphrodita*) (2018); Сильфия пронзеннолистная (*Silphium perfoliatum* L.) (2018). Контролируемые показатели: содержание органического углерода в почве; pH; численность микроартропод в почве; длина стебля растений. Выявлено, что в верхних слоях почвы под растениями энергетических культур, особенно в прикорневой зоне Сильфии, происходит повышение содержания органического углерода. За счет корневых выделений культур также наблюдается небольшое снижение pH по всем вариантам сравнительно с контролем (без растений). Положительное влияние растений наблюдается, также и на численности почвенных беспозвоночных – микроартропод, а именно, колембол и орибатид. Увеличение их количества свидетельствует об образовании благоприятных для этих живых существ условий, в прикорневой зоне всех энергетических культур. Например, в мае 2019 по сравнению с контролем (2706 экз. / м²) под четырехлетним Мискантусом их стало почти втрое больше (6126 экз. / м²), под однолетним – 4860, под Сильфией – 5040, а под Сидой – 4320 экз. / м². Отмечены положительные изменения и в оструктурировании почвы, под влиянием выращивания Мискантуса гигантского, особенно в верхнем слое. Коэффициент структурности на вариантах вырос с 1,39 на контроле, до 2,26 в слое 0-20 под Мискантусом. Измерение высоты стеблей, показало, что все выбранные культуры способны нормально функционировать несмотря на уменьшение осадков и повышение температур в последние годы. Растения не угнетаются в засушливых условиях и со временем только увеличивают объемы биомассы. Таким образом, результаты указывают на общее повышение качества экосистемных услуг почвы на плантациях с энергетическими культурами. В частности, улучшаются обеспечивающие услуги – получение энергетического сырья; услуги регулирования – улучшение качества почвы; услуги поддержания экосистем – депонирование органического углерода.

Ключевые слова: микроартроподы; Мискантус гигантский; Сиды многолетняя; Сильфия пронзеннолистная; чернозем оподзоленный; экосистемные услуги; энергетические культуры.