

Zhylya T.B. The features of forest ecosystem services consumption in context of environmental globalization

The essence of forest ecosystems services is considered. Their classification have been analysed and further developed. The Concept of excludability and rivalness in consumption is presented. Each forest ecosystem service is analyzed from these features perspective. Importance of forest ecosystem services and features of their consumption are analyzed.

Keywords: ecosystem services, forest ecosystems, excludability and rivalness in consumption.

УДК 631:662.767.2

Aspir. A. Zapalowska¹, mgr inż.

adjunct Ulana Baszutska², kandydat nauk rolniczych

MOŻLIWOŚĆ ZAGOSPODAROWANIA UŻYTKU ROLNEGO POD UPRAWĘ TOPINAMBURU Z PRZEZNACZENIEM NA CELE ENERGETYCZNE

Państwa członkowskie Unii Europejskiej ustanowiły krajowe plany działania, które określają udział energii ze źródeł odnawialnych w transporcie, produkcji energii elektrycznej i ciepła, do roku 2020. Więcej energii odnawialnej pozwoli państwom UE ograniczyć emisję gazów i uczynić je mniej zależnymi od importu energii. Nasilenie działań polityki spójności UE w zakresie energii odnawialnej będzie wspierać innowacje technologiczne i zatrudnienie w Europie. Topinambur (*Helianthus tuberosus*) jest jedną z wielu roślin uprawianych do produkcji energii i ciepła. Interesujący jako potencjalne źródło energii elektrycznej i ciepłej.

Keywords: biomasa, topinambur, rośliny energetyczne.

W strategii rozwoju energetyki krajowej coraz większy nacisk kładzie się na pozyskiwanie energii ze źródeł odnawialnych. Krajowy plan działania określa cele udziału energii ze źródeł odnawialnych w sektorze transportowym, sektorze energii elektrycznej, sektorze ogrzewania i chłodzenia, gdzie do roku 2020 w Polsce 15,5 % energii końcowej brutto będzie pochodzić ze źródeł odnawialnych [1]. W celu realizacji wspomnianych założeń konieczna więc będzie produkcja biomasy (stanowiąca duże potencjalne źródło energii w naszej strefie klimatycznej) na plantacjach energetycznych, na które zaczną być przeznaczanych coraz więcej użytków rolnych.

W swym obecnym kształcie dyrektywa w sprawie energii odnawialnej 2009/28/WE ma zapewnić osiągnięcie celów w zakresie energii odnawialnej do 2020 r. Najnowszy Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów przedstawia informację dotyczącą obecnej strategii do 2020 r. i możliwe warianty polityki na okres późniejszy do 2030 r. i w latach kolejnych. Plan realizacji zakłada tworzenie nowych możliwości dla energii odnawialnej przy stopniowym zmniejszaniu dotacji na paliwa kopalne. Według źródła Eurostatu i danych z planu działań na 2050, utrzymanie dalszego scenariusza postępowania określa tendencję rozwoju energii odnawialnej w UE na lata 2010-2020 w wielkości 6,3 % całkowitej produkcji energii rocznie, i 1,2 % rocznie na dalsze lata 2020-2050. Na lata 2014-2020 Komisja zaproponowała znaczne nasilenie działań w ramach polityki spójności UE w zakresie energii odnawialnej i efektywności energetycznej, a także skupienie się na badaniach i rozwoju oraz innowacyjności [2].

¹ Uniwersytet Rzeszowski;

² Nacjonalny Uniwersytet Leśno-Techniczny we Lwowie

Przy wyborze uprawy na biomasę znaczącym czynnikiem jest przede wszystkim jej opłacalność, o której w dużej mierze decyduje potencjał plonowania. Spośród możliwych do upraw roślin energetycznych topinambur (*Helianthus tuberosus* L.) wydaje się być obiecującym gatunkiem, o wysokim potencjale plonotwórczym, kształtującym się w granicach 6- 16 t/ha suchej masy łodyg oraz od 6 do 11 t/ha bulw na plantacjach towarowych [3]. Jego biomasa może być bezpośrednio lub jako brykiet albo pelet spalana, a bulwy wykorzystane do produkcji bioetanolu. O wielkości plonu decydują warunki klimatyczno- glebowe plantacji, jak również zastosowana agrotechnika (w szczególności obsada), wiek plantacji oraz odmiana.

Dostępna literatura podaje wielkość plonu łodyg i bulw topinamburu w bardzo szerokich zakresach (tab.):

Tab. Plon bulw i zielonej masy według różnych autorów (t ha⁻¹) [4]

Odmiana	Sawicka 1998		Góral 1996	
	bulwy	części nadziemne	bulwy	części nadziemne
Kulista biała IHAR	17,6	20,4	18,3- 21,5	37,8- 44,6
Kulista czerwona IHAR	19,1	19,3	22,6- 30,6	51,8- 70,0
Swojecka Czerwona	15,9	16,4	23,3- 30,8	38,3- 54,0
średnio	17,5	18,6	24,2- 34,2	54,0- 75,6

W porównaniu z inną rośliną energetyczną jaką jest np. miskant olbrzymi (6- 30 ton suchej masy z ha), którego wartość kaloryczna wynosi 19,25 MJ/ kg s.m [5], wartość kaloryczna łodyg topinamburu przeznaczonego na spalanie osiąga 15,9 MJ/ kg s.m (przy 15 % wilgotności), co jest porównywalne np. ze słomą pszenną czy jęczmienną (16 MJ/kg s.m) [6]. Natomiast części nadziemne topinamburu przeznaczone na produkcję biogazu dają możliwość uzyskania 39,7 MJ/m³[7].

Poniższe opracowanie nawiązuje do uprawy doświadczalnej dwóch odmian topinamburu na cele energetyczne, którą planuje się nawozić zróżnicowanymi dawkami osadu ściekowego i popiołu z biomasy. Pierwsza odmiana materiału badawczego, Albik, jest polską odmianą wyhodowaną w Instytucie Hodowli i Aklimatyzacji Roślin. Jej maczugowate żółte bulwy są znacznie mniejsze od bulw drugiego materiału- niemieckiej odmiany Gigant, uprawianej głównie w rejonie zachodnich Niemiec i Holandii, której uprawa skupiona jest przede wszystkim na wykorzystaniu podziemnej części rośliny.

Agrotechnika. Topinambur (lub słonecznik bulwiasty) jest silnie spokrewniony ze słonecznikiem zwyczajnym *Helianthus annuus* i należy do rodziny *Asteraceae*. Pochodzi z Ameryki a do Europy został przywieziony w 1615. Jest mało wymagający i łatwy w uprawie, rośnie prawie na każdej glebie, jest odporny na mróz i suszę, nie ma dużych wymagań glebowo-klimatycznych, znosi niskie temperatury nawet do -40° C. Pod względem uprawy spełnia wszystkie wymagania stawiane roślinom energetycznym. Jako jedna z nielicznych roślin, może być wszechstronnie wykorzystywana na cele energetyczne tj. zielona masa na biogaz, suche łodygi do produkcji biopaliw stałych, a bulwy do produkcji etanolu.

Jego uprawa jest podobna jak pod ziemniak. Przeciętnie wysadza się 1,2 t bulw na ha, stosując rozstaw 40×70 cm i głębokość 12-15cm. Sadzić można jesienią lub wiosną. Wymagania pokarmowe i potrzeby nawozowe są podobne jak w uprawie

ziemniaka i wynoszą: 80-12kg N/ ha, 60-80kg P₂O₅/ ha, 120-160kg K₂O/ ha. W przypadku stosowania nawozów organicznych dawki te można obniżyć. Nawóz azotowy stosuje się zwykle w dwóch terminach po 50 kg/ ha, pierwszą dawkę – przed sadzeniem razem z nawozami: fosforowym i potasowym, a drugą- pogłównie, gdy wysokość roślin osiągnie 30-40cm [8].

W odróżnieniu od ziemniaka jest rośliną wieloletnią i może pozostawać na danym polu nawet do 15 lat. Topinambur, podobnie jak ziemniaki, najlepiej rośnie na glebie żyznej, umiarkowanie wilgotnej, głębokiej i przewiewnej [9]. Na glebach gliniastych daje słabsze plony. Na glebach słabszych udaje się lepiej niż ziemniak. Spośród warunków klimatycznych czynnikami niezbędnymi do rozwoju jest trwający minimum 125 dni okres bez przymrozków, a dla dużych plonów optymalna jest wyrównana temperatura z przedziału 18-26 °C [10]. Uprawiany może być od 3 do 9 strefy mrozoodporności [11].

Duża odporność topinamburu na wysokie i niskie temperatury, niewielkie wymagania glebowe, jak również wysoka odporność na choroby i szkodniki [8] to cechy, podkreślające atrakcyjność tego gatunku. Straty w uprawach mogą powodować: rdza słonecznika (*Puccinia helianthi*), zgnilizna Twardzikowa wywołana przez workowca *Sclerotinia sclerotiorum*, ślimaki i nornice zjadające bulwy i żerujące na łodygach gąsienice rolnicy zbożówki (*Agrotis Segetum*). Doskonale nadaje się on do wszechstronnego użytkowania dla celów paszowych, spożywczych, leczniczych i rekultywacyjnych. Ze względu na znaczne zapotrzebowanie na azot, potas i wodę roślina ta może być także stosowana jako filtr biologiczny wód i ścieków zawierających duże ilości tych składników. Oczyszczalnie gruntowo- roślinne stanowią korzystną alternatywę w stosunku do sposobu zagospodarowania ścieków przy wykorzystaniu zbiornika bezodpływowego. Koszty budowy tego typu obiektów zwracają się po około 5 latach eksploatacji [12].

Słonecznik bulwiasty jest rośliną osiągającą wysokość od 2 do 4 m, o łodygach wzniesionych, w przekroju prawie okrągłych, o średnicy 3cm. Liście są duże, o długości często przekraczającej 20 cm, osadzone na łodydze naprzeciwlegle na długich ogonkach, owalnoscercowate, na brzegach ząbkowate, pokryte szorstkimi włoskami.

Jego część podziemna jest silnie rozwinięta. System korzeniowy jest mocny, dość głęboki (główna masa korzeniowa znajduje się na głębokości 30cm, jednak pojedyncze korzenie sięgają do 150cm w głąb gleby), toteż łatwo zaopatruje roślinę w wodę i składniki pokarmowe. W węzłach podziemnej części łodygi, oprócz korzeni, wyrastają pędy podziemne (rozłogi) zwane stolonami, na których tworzą się bulwy.



Rys. Odmiana Albik- gospodarz
Emilian Siemsa

Bulwy topinamburu mają wypukłe oczka i nieregularny kształt (wrzecionowaty, maczugowaty, owalny). Są one niewielkie i dosyć liczne- jedna roślina może wytworzyć do 50 bulw. Barwa skórki bulw może być biała, żółta lub czerwona o różnych odcieniach – aż do fioletowej. Wiązanie bulw w polskich warunkach zaczyna się w sierpniu, a więc w czasie najszybszego rozwoju części nadziemnych. Ich wzrost trwa do października, ale gdy zima jest łagodna może odbywać się aż do wiosny. Bulwy zawierają 73-81 % wody i 11-20 % rozpuszczalnych węglowodanów. Od 70 do 90 % tych węglowodanów stanowią wielocukry zwane inuliną złożone z 30 lub więcej fruktoz. Ponadto bulwy zawierają około 0,8-3,3 % białka, 0,1-0,3 % tłuszczu i 0,8-1,5 % celulozy i hemicelulozy.

Części nadziemne (liście i łodygi) zawierają 66-75 % wody oraz duże ilości węglowodanów rozpuszczalnych (12,0-18,7 %) i strukturalnych – celuloza i hemiceluloza (4,6-7,7 %). Zawartość związków azotowych, a szczególnie białka, zależy od stanu rozwoju rośliny i zmienia się w trakcie okresu wegetacyjnego. Pod koniec wegetacji ilość białka ogólnego w organach nadziemnych wynosi od 2,8 do 3,6 %. Młode liście stanowią bogate źródło witaminy C i karotenu.

Kwiatostany są koszyczkami o średnicy do 8 cm, znajdującymi się na szczycie łodygi i na końcach górnych rozgałęzień. Brzeżne kwiaty języczkowate, żółto zabarwione są płonne, natomiast wewnętrzne rurkowate są płonne, natomiast wewnętrzne rurkowate są płodne. Owocami są niełupki drobniejsze niż u słonecznika. Słonecznik bulwiasty jest rośliną owadopylną. Jako, że jest on rośliną dnia krótkiego, długi dzień letni w naszej szerokości geograficznej powoduje zahamowanie rozwoju generatywnego. Stąd na skale produkcyjną rozmnażany jest wegetatywnie przez bulwy. Zaletą tego gatunku jest możliwość samoodwadniania się, co eliminuje konieczność corocznych nasadzeń.

Topinambur, podobnie jak inne rośliny okopowe, najlepiej rozwija się na glebach średnio zwężłych, przewiewnych, o dużej zasobności składników pokarmowych i dostatecznej wilgotności, o pH powyżej 5,5. Słabo plonuje na glebach podmokłych i kwaśnych. Posiada silny system korzeniowy i szybciej zacienia glebę niż inne rośliny okopowe, może być wobec tego uprawiany na gorszych stanowiskach.

Części nadziemne słonecznika bulwiastego po zaschnięciu mogą być bezpośrednio spalane w piecach przystosowanych do spalania biomasy lub współspalania z węglem. Mogą też służyć do produkcji brykietów i peletów. Wartość opałowa zbieranej biomasy topinamburu, przy wilgotności 15 % wynosi około 15,9 MJ·kg⁻¹.

Podsumowanie. Wykorzystanie biomasy w energetyce jest uznawane za jeden z ważniejszych sposobów w dążeniu do pozyskiwania energii ze źródeł odnawialnych. Strategią dzisiejszego rynku energetycznego jest więc zmniejszenie zależności od paliw kopalnych przy równoczesnym obniżeniu emisji CO₂. Prowadzenie upraw surowców na biomasę może być rozwiązaniem tego problemu na wiele lat. Oprócz tego, zastosowanie osadów ściekowych i popiołów z biomasy jako alternatywnego rozwiązania dla wciąż drożących nawozów mineralnych nie tylko wpłynęłoby pozytywnie na zwiększenie w glebie zawartości form fosforu, potasu i azotu, potrzebnych roślinie do wzrostu, ale rozwiązałoby następny problem jakim jest potrzeba zagospodarowania odpadu. Biorąc powyższe pod uwagę, podjęcie próby przeprowadzenia doświadczenia polowego będzie miało na celu wykazanie możli-

wości zagospodarowania osadu ściekowego i popiołów jako nawozów przydatnych w uprawie topinamburu z przeznaczeniem na energetykę. Należy nadmienić, że popioły wykorzystywane do nawożenia powstają w wyniku spalania biomasy drzewnej-modrzewia, sosny i jodły.

W doświadczeniu wykorzystywana będzie również mniej znana i uprawiana w Polsce niemiecka odmiana *Gigant*, specjalnie na ten cel sprowadzana z Holandii. Ta odmiana charakteryzuje się wysokością łodygi do 2 m i okazałymi bulwami o białym zabarwieniu skórki. To bulwy są przede wszystkim atrakcyjną częścią rośliny, dlatego też uprawa prowadzona jest w głównej mierze na produkcję etanolu lub biogazu. W porównaniu do innych odmian zbiorów części nadziemnej jest mniej imponujący, wynoszący około 12 ton/ha [13].

Próba przeprowadzenia doświadczenia polowego w warunkach Podkarpacia jest między innymi okazją do przeanalizowania możliwości adaptacyjnych odmiany *Gigant* w naszych warunkach geograficzno-klimatycznych. Jeżeli w szeregu doświadczeń sprawdzi się pod względem ilości wytwarzanej biomasy, wydajności i prędkości przemian energetycznych oraz kosztów całego procesu, to spełni warunki opłacalności uprawy w naszym środowisku.

Literatura

1. Krajowy Plan Działania w zakresie energii ze źródeł odnawialnych. [Electronic resource]. – Mode of access http://bip.mg.gov.pl/files/upload/12111/Krajowy_plan_dzialania_projektz_dnia_26.11.2010_r.pdf (14.02.2013).
2. Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów, Energia odnawialna: ważny uczestnik europejskiego rynku energii. [Electronic resource]. – Mode of access <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2012:0271:FIN:PL:PDF> (14.02.2013).
3. Piskier T. Ze stołu do pieca / T. Piskier, T.R. Sekutowski // *Aeroenergetyka* nr 1/2013. – S. 38.
4. [Electronic resource]. – Mode of access <http://agroenergetyka.pl/?a=article&id=212> (14.02.2013).
5. [Electronic resource]. – Mode of access <http://agroenergetyka.pl/?a=article&id=57> (14.02.2013).
6. Niedziółka I. Analiza energetyczna wybranych rodzajów biomasy pochodzenia roślinnego / I. Niedziółka, A. Zuchniarz // *Motrol*, 2006, 8A, 232- 237 [w:]. [Electronic resource]. – Mode of access http://www.pan-ol.lublin.pl/wydawnictwa/Motrol8_a/Niedziolka.pdf (dostęp 2013-02-15).
7. Piskier T. Ze stołu do pieca... / T. Piskier, T.R. Sekutowski. – S. 38.
8. Ostrowska D. Topinambur rośliną z przyszłością / D. Ostrowska // *Poradnik Plantatora Buraka Cukrowego* 4/2004.
9. Gapiński M. Bulwa [w:] M. Gapiński (red.), *Warzywa mało znane i zapomniane*, Poznań 1993. – S. 164-165.
10. Kay D.E. Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus*) [w]: *Root crops*, Tropical Development and Research Institute / D.E. Kay, E. G.B. Gooding. [Electronic resource]. – Mode of access <http://www.nzdl.org/gsdldmod?e=d-00000-00---off-0hdi-00-0---0-10-0---0---0direct-10---4-----0-1-1-11-en-50---20-about---00-0-1-00-0-11-1-0utfZz-8-00-0-0-11-1-0utfZz-8-00&a=d&c=hd&cl=CL1.15&d=HASH017e5342c4df6794537cc5ed.20> (dostęp 14.02.2013).
11. Christman S. *Helianthus tuberosus* / S. Christman // *Floridata.com* LC (dostęp 14.02.2013).
12. Gizińska M. Problemy budowy i rozruchu gruntowo-roślinnych oczyszczalni ścieków bez nasadzenia roślinności na przykładzie obiektu w Skorzycach / M. Gizińska, K. Jóźwiakowski, M. Marzec, A. Pytko // *Infrastruktura i ekologia terenów wiejskich* Nr 3/1/2012.
13. Vergisting op boerderijschaal, techniek, grondstoffen en eindprodukten D/2007/0248/27.

Запаловска А., Башуцька У. Можливість сільськогосподарського вирощування топінамбуру із призначенням його на енергетичні потреби

Країни-учасниці Європейського Союзу встановили національні плани дій, які окреслюють частку енергії із відновлювальних джерел у транспорті, продукуванні елек-

тричної енергії й тепла, до 2020 року. Більша кількість відновлювальної енергії дасть змогу країнам ЄС обмежити викид газів та зробити їх менше залежними від імпорту енергії. Підтримка промисловості відновлювальної енергії забезпечуватиметься технологічними інноваціями і рівнем зайнятості в Європі. Топінамбур (*Helianthus tuberosus*) є однією із багатьох культур, що вирощуються для продукції енергії й тепла. Ця культура є цікавою як потенційне джерело теплової та електричної енергії.

Ключові слова: біомаса, топінамбур, енергетичні рослини.

Запаловска А., Басзутська У. The possibility of using the agricultural land for Jerusalem artichoke cultivation intended for energy purposes

The Member States of European Union were to establish national action plans which set the share of energy from renewable sources consumed in transport, as well as in the production of electricity and heating, for 2020. More renewable energy will enable the EU to cut greenhouse emissions and make it less dependent on imported energy. Boosting the renewable industry will encourage technological innovation and employment in Europe. Among many others, Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus*) is one of the many crops for the energy and heat production. Worth attention for the energy purpose.

Keywords: biomass, Jerusalem artichoke, energy crops.

УДК 630*31:338.2.001.573(075.8)

Доц. О.М. Адамовський, канд. екон. наук –
НЛТУ України, м. Львів

СИСТЕМНИЙ ПІДХІД ДО МЕНЕДЖМЕНТУ ЕКОСИСТЕМ

Простежено еволюцію системного підходу щодо моделювання лісових екосистем. Розглянуто способи побудови та зміну парадигми екосистем, перспективи розвитку системного аналізу екосистем, сценарії світового розвитку в контексті змін суспільного світогляду. Обґрунтовано необхідність побудови лісових екосистем таким чином, щоб виходили одних підсистем були входами інших. Проаналізовано перспективи та напрями розвитку сучасного моделювання екосистем.

Ключові слова: екосистема, пружність екосистеми, біорозмаїття, антропогенний вплив, лісові ресурси, системний підхід.

Використання системного підходу для передбачення поведінки та керування складними об'єктами, використовують у різних галузях. У 1935 р. видатний англійський еколог сер Артур Тенслі у своїй праці "Правильне і неправильне використання ботанічних термінів" [1] вперше ввів термін "екосистема", цим самим наголосивши на тому, що сукупність організмів, що зосереджені у певному біотопі, є саме системою, з її складовими елементами й особливостями, з єдиною історією і здатністю до узгодженого розвитку. Реймонд Ліндман з Університету Міннесоти у 1942 р. надав сучасне визначення терміна "екосистема", як сукупність живих організмів, які пристосувалися до спільного проживання в певному середовищі існування, утворюючи з ним єдине ціле.

Системний підхід виявився надзвичайно корисним для вивчення взаємодії великої кількості живих організмів у межах певних груп. Такі групи називають станціями, модулями або підсистемами і кластер таких підсистем розглядають як систему.

Екосистеми, як і будь-які системи, можна групувати та досліджувати за різними ознаками й критеріями. Наприклад, якщо нас цікавить як мікроби, комахи, дрібні ссавці, температура та вода взаємодіють з поваленими деревостанами, то такі деревостани разом з оточуючим їх середовищем можна визначити