

## ПРОДУКТИВНОСТЬ ИВЫ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ПРИ РАЗНЫХ НОРМАХ ВНЕСЕНИЯ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВАХ ПРИКАРПАТЬЯ

*Василий Лопушняк, Галина Грицуляк,  
Львовский национальный аграрный университет  
г. Дубляны, ул. Владимира Великого 1  
Vasyl Lopushnyak, Galina Hrytsulyak,  
Lviv National Agrarian University*

**Аннотация.** Накопление в больших количествах отходов коммунального хозяйства приводит к увеличению площади иловых карт, отчуждению дополнительных площадей продуктивных земель, загрязнению водных ресурсов.

Безопасная утилизация осадка сточных вод остается одной из самых острых экологических проблем и требует неотложного решения.

В работе приведены результаты исследований влияния различных норм внесения осадка сточных вод и компостов на его основе на дерново-подзолистых почвах Прикарпатья на продуктивность ивы энергетической.

**Ключевые слова:** осадок сточных вод, ива энергетическая, дерново-подзолистые почвы, биомасса.

### ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

В связи с возрастанием использования различных альтернативных источников энергии, в частности биомассы, возникает потребность в сырье для производства твердого биотоплива.

Таким сырьем может быть побочная продукция растениеводства, а также выращенные энергетические растения, например, ива энергетическая. Во время выращивания энергетических культур на малопродуктивных землях, важным элементом технологии является использование удобрений с целью повышения урожайности биомассы. Учитывая дороговизну минеральных и определенный дефицит органических удобрений, необходимо увеличивать объемы использования нетрадиционных органических материалов в качестве удобрений. Таким источником пополнения органического вещества и минеральных соединений в почве может служить осадок сточных вод, который отли-

чается высоким содержанием питательных веществ [7, 9].

Экологически безопасное использование осадка сточных вод недостаточно изучено, в частности под иву энергетическую. Поэтому необходимо исследовать особенности роста и развития растений, а также формирования продуктивности насаждений ивы энергетической зависимости от фонов минерального питания, созданных посредством внесения осадка сточных вод.

### АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

В современных условиях аграрного производства большое значение приобретает выращивание энергетических культур, как возобновляемого источника энергии, среди которых ведущее место занимает ива энергетическая (*Salix viminalis*) [2, 3, 5]. Площади под иву энергетическую целесообразно отводить вблизи потребителей тепловой энергии на малоценных почвах с высокой степенью обеспечения влагой.

Перспективным путем повышения продуктивности насаждений ивы энергетической является использование осадка сточных вод. Этим решаются две проблемы – обеспечение возобновляемыми ресурсами энергии и утилизация осадка сточных вод, как источника загрязнения окружающей среды [4; 14]. Густая и очень глубокая корневая система ивы пригодна для интенсивного поглощения питательных веществ и тяжелых металлов, содержащихся в осадке сточных вод [1; 5; 12; 20]. Осадок сточных вод характеризуется высоким содержанием основных агрохимических показателей, в частности соединений гумусовой природы, что позволяет использовать его на уровне с традиционными органическими удобрениями. Ценность осадка как удобрения обуславливается

также содержа–нием в его составе большого количества азота, фосфора и калия. Эти биогенные элементы содержатся в легкодоступных для растений формах поскольку находятся в растворимой форме, что обуславливает преимущество осадка сточных вод перед с твердыми органическими и минеральными удобрениями [1; 7; 9]. Компостирование осадка сточных вод с органическими и минеральными наполнителями является эффективным способом улучшения его санитарно-гигиенического состояния и получения удобрения с достаточно высокими агрохимическими свойствами [8; 10].

В разных странах все большее предпочтение отдается применению осадка в качестве удобрений при озеленения городов, парков, автострад [5; 16]. Подбор культур и видов для земельных угодий является одним из основных факторов, который определяет высокую урожайность и достаточно хорошую доочистку сточных вод [2; 13-15]. Вопросы изучения особенностей использования осадка сточных вод под иву энергетическую в Украине находятся только в стадии экспериментальных исследований.

#### ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Целью исследований было изучение особенностей роста, развития и форми–рования продуктивности растений ивы энергетической при различных нормах внесения осадка сточных вод и компостов на их основе.

#### ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

Для оценки роста, развития и продуктивности ивы энергетической при различных нормах внесения осадка сточных вод в качестве удобрения, нами был заложен полевой опыт, включающий десять вари–антов по три повторения каждый. Варианты опыта:

1. контроль - без удобрений;
2. минеральные удобрения-N100P100 K100;
3. ОСВ - 40 т / га;
4. ОСВ - 60 т / га;
5. ОСВ - 80 т / га;
6. Компост ОСВ + опилки (3:1) - 60 т / га;
7. Компост ОСВ + солома (3:1) - 20 т / га;
8. Компост ОСВ + солома (3:1) - 40 т / га;
9. Компост ОСВ + солома (3:1) - 60 т / га;

10. Компост ОСВ + солома (3:1) + цементная пыль 10 % - 40 т / га.

Ива размножается вегетативно саженцами около 20-25 см длиной, которые высаживали в почву рано весной, сразу после прекращения устойчивых заморозков. Схема посадки 0,33 м X 0,70м.

Перед высадкой саженцы замачивали в воде на 24-48 часов, что способствовало температурной адаптации и впитыванию такого количества воды, благодаря которой ива способна без многодневного полива расти после высадки. Через 1,5-2 недели после высадки появляются первые ростки из почек и начинается интенсивный рост вегетативных побегов. Уже на первых этапах их отрастания нами отмечены позитивные тенденции прироста в вариантах, где вносились компосты осадка сточных вод с соломой в норме 40-60 т/га. До закладки опыта на глубине внесения осадка сточных вод и компостов на его основе (20-30 см) почва характеризовалась такими агрохи–мическими показателями: гумус - 2,0 %, общий азот - 42,8 мг/кг общий фосфор - 93,6 мг/кг, общий калий - 41,5 мг/кг.

Нами проведены также лабораторные исследования по определению основных агрохимических показателей в осадке сточных вод г. Ивано-Франковска. По нашим данным, осадок сточных вод отмечался такими показателями: содержание гумуса – 4,8 %; общего азота - 0,49 %, общего фосфора – 0,05 % и общего калия – 0,1 %. Полученные данные свидетельствуют о перспективности использования осадка сточных вод в качестве органического удобрения.

Биометрические показатели определяли раз в месяц на всех растениях: высоту главного побега 2011 года и 2012 того же месяца. По результатам исследования (табл. 1.) определено, что динамика роста нара–стания главного побега зависит от фона питания, и его высота находится в пределах от 44 см в контрольном варианте до 212 см в варианте 8, где вносили компост на основе осадка сточных вод за первый год наблю–дения. В течение второго года наблюдения рост побегов изменился от 141 см в варианте 1 до 274 см в варианте 6 и 269 см в варианте 5, где вносили большее количество свежего осадка сточных вод. Это можно объяснить доста–

## ПРОДУКТИВНОСТЬ ИВЫ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ПРИ РАЗНЫХ НОРМАХ ВНЕСЕНИЯ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВАХ ПРИКАРПАТЬЯ

точной обеспеченностью растений питательными веществами.

Таблица 1. Динамика роста ивы энергетической под влиянием внесения осадка сточных вод (2011-2012)

Table 1. The dynamics of growth of willow energy under the influence of introduction of sewage sludge (2011-2012)

Вариант опыта:	Высота, см			
	06.11 /06.12	07.11 /07.12	08.11 /08.12	09.11 /09.12
1	44/121	57/148	87/181	96/197
2	76/136	84/169	98/194	134/239
3	68/129	76/151	89/185	126/214
4	71/133	83/159	97/191	116/217
5	86/134	97/163	121/192	138/269
6	87/141	95/169	107/201	193/274
7	84/134	91/162	101/198	141/232
8	91/138	101/173	123/201	212/243
9	90/132	112/181	121/199	161/236
10	95/141	117/189	119/212	174/239

Поглощение и использование большого количества солнечной энергии является одним из основных условий получения высокого урожая. Для повышения фотосинтетической деятельности растений очень важное значение имеет минеральное питание, действие которого осуществляется через активацию процессов жизнедеятельности и увеличение урожайности растения.

Полученные данные показывают, что увеличение норм внесения осадка сточных вод перед посадкой ивы энергетической способствует интенсивному её росту. Эта закономерность наблюдается в течение всего периода вегетации.

Внесение макро-и микроэлементов с осадком сточных вод повлияло не только на химический состав надземной массы ивы энергетической, но и на увеличение величины накопления ее биомассы.

Наблюдение за динамикой роста ивы энергетической показало, что за внесение осадка сточных вод увеличивалась высота растений (рис. 1). Уже в первый год при за-

вершении периода вегетации нами наблюдалась существенная разница в высоте растений.

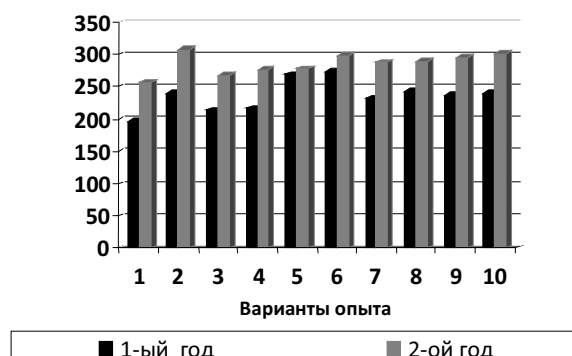


Рис. 1. Влияние осадка сточных вод на высоту растений ивы энергетической в первый и второй год вегетации, см

Fig.1. Effect of sewage sludge on plant height of willow energy in the first and second year of vegetation , cm

Высота растений ивы энергетической от показателей контрольного варианта увеличивается до варианта 5, поскольку в варианте 2 вносили минеральные удобрения, в 3 варианте - осадок сточных вод, а в 4 и 5 вариантах увеличивалась норма внесения осадка сточных вод, что положительно повлияло на динамику роста ивы энергетической. Уже от варианта 7, где вносили компосты, прирост был несколько меньшим, чем от внесения свежего осадка сточных вод, но больше от контрольного варианта.

Дальнейшие исследования проводили для определения вегетативной массы растения (табл. 2). Для исследования нами были отобраны побеги свежесрезанных растений, которые высушивали до постоянной массы и взвешивали. Полученные результаты пересчитывали на 100 м<sup>2</sup>. Таким образом можно увидеть, как влияет на количество вегетативной массы удобрения осадком сточных вод и компостов на его основе.

В варианте 2 вносили минеральные удобрения, а в варианте 6 - компост на основе осадка сточных вод, поэтому вегетативная масса свежесрезанной ивы самая большая и достигает 140,71 кг/100м<sup>2</sup> и 131,21 кг/100м<sup>2</sup>. Осадок сточных вод отмечается сравнительно высоким содержанием питательных веществ и определенным мелиоративным и

агрохимическим эффектом на дерново-подзолистых почвах Прикарпатья.

Таблица 2. Динамика вегетативной массы ивы энергетической

Table 2. Dynamics of vegetative mass energy willow

Варианты опыта	Урожай биомассы, кг/100 м <sup>2</sup>	Сухая биомасса, кг
1	57,02	42,77
2	140,71	120,38
3	64,15	57,76
4	85,54	74,45
5	116,03	109,7
6	131,21	123,02
7	75,5	68,11
8	67,06	54,91
9	66,53	54,91
10	85,01	75,5

Внесение его под иву энергетическую позволяет с одной стороны снизить загрязненность поверхностных и грунтовых вод, с другой – обеспечивает значительный объем доступных ресурсов биомассы, которая может широко использоваться на энергетические цели.

### ВЫВОДЫ

Согласно проведенным исследованиям использование осадка сточных вод под насаждения ивы энергетической является эффективным агротехническим мероприятием. При внесении осадка сточных вод в норме 60-80 т/га увеличивается рост, развитие и продуктивность ивы энергетической, но ввиду неудобства внесения свежего осадка, можно рекомендовать в таких случаях компосты на основе осадка сточных вод и опилок (3:1) в норме 60 т/га.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Malyovanyu M. S. 2007. Vidnovlyvani dgerela energii. Optymalnyu sklad biocompozitsii. – Kyiv: Himichna promyslovictj Ukrainy. – № 2 (79). – 61-64.

2. Ubuhunov L. L. 2005. Povyszenie agrohimichrskoy efektyvnosti osadkov gorodskyyh stochnyh vod. – Ulan – Ude: Izd-vo BNZ SO RAN. – 173.

3. Niemec W. 2010. Uvagi do zakladania i eksploatacji plantacji wieriby energetycznej (Salix viminalis). – Visnyk LNAU : agronomia.– № 14 (2). – 188-193.

4. Pokrovskaya S. F. 1977. Ispolzovanie osadkov stochnyh vod v seljskom hozyajstve. – M. : VNIITEISH– 44.

5. Afanasjev R. A. 2000. Metodicheskiye rekomendacii po izucheniyu effektivnosti netradsionnyh organicheskyyh i organo-mineralnyh udobreniy. – M. : Agrokonsalt. – 40.

6. Vorobjova R. P. 2000. Ispolzovanie osadkov stochnyh vod: Agrohimicheskij vestnik.– № 6. –36-37.

7. Anciferova E. Y. 2003. Ecologo-agrohimicheskaya ocenka osadkov stochnyh vod, ispolzyemyh v kachestve udobrenia : autoref. dysertacii na soiskanie uch. stepeni kand. biol. nauk. – M. – 23.

8. Karol Cupial. 2011. Instalacja zgazowujaca osuszony osad sciekowy // MOTROL. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture – Lublin, Vol. 13. 80-93.

9. Gorodnyj M. M. 2002. Biotehnologia odergannya organo-mineralnyh dobryv z vtorynnoi syrovyny ta ih vykorystannya. Naukovyj visnyk NAU,– № 48. – 231-236.

10. Humnytskyj Y. M. 2005. Biopotencial Lvivskoi oblasti. Visnyk natsionalnogo universytetu “Lvivska politechnika”,– № 536. – 220-222.

11. Dyshlyuk V. E. 2000. Microelementnyj sklad ta vukorystannya osadiv stichnyh vod miskyh ochysnyh sporud chu organo-mineralnyh dobryv. Visnyk Dnipropetrovskogo dergavnogo agrarnogo universytetu. – K. : Agrarna nauka, – № 1-2. – 61-62.

12. Dzvytskyh E. V. 2000. Ecologicheskie aspekty technologii obrabotki osadkov stochnyh vod. Tez. dokl. IV Megdunar. Congressa “Voda: ecologia I technologia”. – M.,– 500-501.

13. Zceleznaaya T. A. 2008. Energetycheskiye kultury kak efektyvnyj istochnik vozobnovlyaemoj energii. – t. 30. – № 3. – 60-67.

14. Korolenko I. D. 2004. Izuchenie vozmozhnosty ispolzovaniya osadkov stochnyh vod dlya polucheniya agronomicheskii efektyvnyh I

- bezopasnyh udobrenij : avtoref. dys. c. s.-h. n.– M. – Nemchynovka,– 20.
15. Dabahova E. V. 2011. Otcenka vozdeystviya utilizatsii othodov na sostojanie agroecosystemy I problemy normirovaniya. Agrohimicheskij vestnik,– № 2. – 6-8.
16. Popova L. G. 1990. Vlijanie osadkov stochnyh vod na biologicheskiju aktivnostj pochvy. Tr. nauchno-pract. conf. “Voprosy ekologii v intensivnyh zemledelijah Povolzya” – Saratov : Znanie,– 75-77.
17. Izdebski Waldemar. 2011. Analiza pomorze // MOTROL. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture – Lublin, Vol. 13. 157-163.
18. Lipski Ryszard. 2011. Wykorzystanie biomasy jako energii odnawialnej w Polsce na przykladzie cieplowni opalanej sloma w gminie Wieniawa // MOTROL. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture – Lublin, Vol. 13. 164 -172.
19. Sobczyk Wiktoria. 2011. Evaluation of harvest of energetic basket willow. // MOTROL. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture – Lublin, Vol. 11. 343-353.
20. Henryk Rode. 2011. The energy of cutting process of a selected energy plant // MOTROL. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture – Lublin, Vol. 11. 326-334.

**WILLOW ENERGY PRODUCTIVITY FOR VARIOUS APPLICATION RATE OF SEWAGE SLUDGE ON SOD-PODZOLIC SOILS OF THE CARPATHIAN REGION**

**Annotation.** Accumulation in large amounts of waste utilities increases the area of sludge cards alienation of additional areas of productive land, water pollution. Environmentally safe disposal of sewage sludge remains one of the most critical environmental problems and requires immediate solution. The results of studies of productivity depends willow energy at different rates of application of sewage sludge and composting on its base on sod-podzolic soils of the Carpathian

**Key words:** sewage sludge, willow energy, sod-podzolic soils, biomass.