

8. Samson Oluwaseyi BADA and Sanja POTGIETER-VERMAAK. Evaluation and Treatment of Coal Fly Ash for Adsorption Application // Leonardo Electronic Journal of Practices and Technologies 12 January-June, 2008. – Pp. 37-48.

9. Челябин Л.И. Экологичні та хіміко-технологічні аспекти утилізації та модифікації техногенних матеріалів / Л.И. Челябин // Вопросы химии и химической технологии. – 2000. – № 1. – С. 250-252.

10. Павленко А.М. Особливості формування пористої структури / А.М. Павленко, О.М. Сайко // Захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування : матер. І-го Міжнар. конгресу, 28-29 травня 2009 р. – Львів, 2009. – С. 46.

11. Саутин В.В. Оптимизация результатов химической технологии / В.В. Саутин. – М. : Стройиздат. – 1976. – 47 с.

**Челядин Л.И. Техногенные отходы и их преобразования в строительные материалы**

Приведено количество образованных и утилизированных техногенных отходов в Украине, на Прикарпатье и технологии способов их утилизации. Основным направлением уменьшения твердых золошлакошламовых отходов является их превращение в строительные материалы и изделия. Исследованы теоретически и экспериментально состав компонентов и их оптимальное соотношение в строительной смеси и параметры ее обработки. Предложена новая технология утилизации золы, скопа и известковой муки в пеноматериал. Установлено, что превращение таких отходов в теплоизоляционный материал позволяет уменьшить их количество, получить новый строительный материал и повысить уровень экологической безопасности региона.

**Ключевые слова:** техногенные отходы, экологическая безопасность, технологии, строительные материалы.

**Chelyadyn L.I. Technogeny wastes and their conversion into building materials**

The reduced number of generated waste and recyclable man in Ukraine, Carpathian and technology, methods for their disposal. The main direction of reducing solid waste zoloshlakshlamovyh is their conversion into building materials and products. Investigated theoretically and experimentally the composition of components and their optimal value in the construction of the mixture and its treatment options. A new technology of waste ash, osprey and lime flour in the foam. Found that the conversion of waste heat insulation material can reduce their number, get a new building material and increase the level of environmental security in the region.

**Keywords:** industrial waste, environmental safety, technology, building materials.

УДК 504.06:630\*182 Доц. Я.В. Генник, канд. с.-г. наук – НЛТУ України, м. Львів

**КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ФІТОМЕЛІОРАЦІЇ ПОРУШЕНИХ ЕКОСИСТЕМ**

Запропоновано критерії оцінювання ефективності ведення фітомеліоративних робіт. Розглянуто основні ознаки правової, економічної, технологічної, екологічної та соціальної оцінки ефективності процесу фітомеліорації порушених екосистем та заходів із відновлення продуктивних біогеоценозів.

**Ключові слова:** фітомеліорація, відновлення порушених екосистем, оцінка ефективності фітомеліоративних заходів.

Першочерговим завданням під час планування проведення фітомеліоративних заходів є обґрунтування та вибір найбільш раціонального виду цільового господарського освоєння порушених територій. Тому передусім необхідно виділити ті критерії, на основі яких відбуватиметься розроблення проекту фітомеліорації [1-5].

Враховуючи, що фітомеліорація є багатоплановим процесом, який передбачає, залежно від ступеня змінності умов місць зростань, комплекс взаємопов'язаних дослідницьких, проектних, технічних і господарських заходів, оцінку вибору найбільш раціонального цільового господарського відновлення порушених територій необхідно здійснювати за такими критеріями: правовий, економічний, технологічний, біологічний, екологічний та соціальний (рис.).



**Рис. Оцінка ефективності фітомеліорації порушених екосистем**

Розроблення бальної оцінки для кожного запропонованого критерію, з подальшим їх сумуванням, дала б змогу кількісно оцінити ефективність проведення фітомеліорації та здійснити подальше прогнозування розвитку відновленого ландшафту. Природні ресурси країни, зокрема лісові та земельні, є основними чинниками економічного розвитку суспільства. При цьому фітоценотичне біорізноманіття та продуктивність ґрунтового покриву є важливими складовими природного довкілля, що зумовлює необхідність проведення заходів із відновлення антропогенно порушених екосистем.

Згідно із законодавством України, суб'єкти, які спричинили порушення природних ландшафтів, зобов'язані за свій кошт проводити їх відновлення, тобто провести необхідні фітомеліоративні чи рекультиваційні заходи з відновлення порушених ландшафтів та передати відновлені території іншим землекористувачам. Однак прикладів із невиконання вимог чинного законодавства країни щодо відновлення порушених земель або невідповідності ведення фітомеліорації технологічним вимогам є достатньо.

Збільшення площі лісових насаджень в країні, відповідно до розробленої Програми "Ліси України", можливе і за рахунок лісорозведення та лісовідновлення на техногенно порушених територіях. Проте відсутність чіткого законодавчого механізму передачі цих порушених земель лісгосподарським підприємствам, а також недостатність бюджетного фінансування і власних коштів лісочористувачів, що виділяються на ці потреби, не сприяють швидкому залісненню техногенних екосистем.

Сьогодні немає єдиної обґрунтованої структури затрат на фітомеліорацію порушених земель. Тому на практиці, матеріальні витрати на проведення фітомеліоративних заходів змінюються у значних межах та прямо залежать від ступеня зменшеності умов місць зростання, технології та якості ведення робіт, терміну відновлення порушених екосистем, а також ефективності використання капітальних вкладень у комплекс фітомеліоративних робіт.

Загалом економічний ефект фітомеліорації визначається кількістю продукції в грошовому вимірі, отриманої з відновленої території, за мінусом витрат на ведення фітомеліоративних заходів. Швидко відновлення родючості ґрунтового покриву та формування продуктивних фітоценозів на порушених територіях зумовляють отримання більшого обсягу продукції, що призведе і до збільшення економічної ефективності від проведення фітомеліоративних робіт.

Зменшення терміну проведення фітомеліоративних робіт з найменшими кількісними і якісними втратами, що веде і до зменшення загальних витрат на відновлення порушених територій, насамперед залежить від застосування передових технологій та обґрунтованого вибору технологічного процесу фітомеліорації, тобто технологічної ефективності фітомеліорації. Особливо це стосується заходів технічного етапу фітомеліорації, який проводиться на територіях із сильно та дуже сильно зміненими умовами місць зростань.

Збіднення та біологічне погіршення ґрунтів, внаслідок недотримання технічних вимог ведення фітомеліорації, технологічно неправильне формування корененаселеного шару на порушених територіях, а також не проведення необхідних протиерозійних заходів, призводять до збільшення тривалості процесу формування продуктивних фітоценозів, зниження їх стійкості до дії несприятливих факторів природного середовища та зумовлюють необхідність пошуку додаткових матеріальних ресурсів на забезпечення повного відновлення порушеного ландшафту.

Біологічна ефективність фітомеліорації визначається обґрунтованістю та вибором цільового використання порушених територій та вибором рослин для формування фітоценозів. Так, формування лісових насаджень на порушених територіях із деревних рослин, екологічно пристосованих до фізико-географічних і кліматичних умов району, підвищує стійкість та стабільність таких лісових екосистем, а введення порід інтродуцентів у насадження комплексних зелених зон урбанізованих екосистем значно підвищує їх цінність та рекреаційну привабливість. Підбір оптимального співвідношення деревних порід та їх розміщення у створюваних лісових насадженнях надалі підвищить їх стійкість до дії несприятливих факторів природного середовища.

Екологічна ефективність фітомеліорації насамперед полягає у повноті відновлення порушених територій, формуванні продуктивних фітоценозів і збільшенні видового різноманіття. Як кількісний критерій повноти відновлення порушеної території доцільно використовувати показник – коефіцієнт відновлення біогеоценозу ( $K_v$ ), який визначається співвідношенням площі відновленого ландшафту ( $S_{відн.}$ ) до загальної площі порушень ( $S_{пор.}$ ) [4, 6]:

$$K_v = S_{відн.} / S_{пор.} \rightarrow 1.$$

Якісно повноту відновлення порушеної території можна оцінювати за показниками фізико-хімічних властивостей відновленого ґрунтового покриву (вміст гумусу, рН, структуру, складеність, механічний склад) та продуктивності фітоценозу (запас, річний приріст, продукування кисню), які порівнюються з таким ж показниками непорушених територій з ідентичними фітоценозами.

Чим більша повнота відновлення біогеоценозів, тим більша і соціальна ефективність фітомеліорації – відбувається зменшення негативної дії техногенних порушень на навколишнє природне середовище та створюються сприятливі умови для життєдіяльності живих організмів.

**Висновки.** Розроблення проекту фітомеліорації та технологія ведення фітомеліоративних робіт повинна супроводжуватись науковими прогнозами ефективності процесу відновлення порушених земель та забезпечувати формування цільових продуктивних фітоценозів.

Оцінку вибору найбільш раціонального цільового господарського відновлення порушених територій та ефективність здійснення фітомеліоративних заходів доцільно здійснювати за такими критеріями: правовий, економічний, технологічний, біологічний, екологічний та соціальний.

Правова, технологічна та економічна ефективність фітомеліорації порушених земель полягають у дотриманні вимог чинного законодавства країни під час проведення фітомеліоративних заходів, застосування сучасних технологій у процесі відновлення територій та ефективного використання капітальних вкладень у комплекс фітомеліоративних заходів, що призведе до зменшення терміну відновлення родючості ґрунтового покриву та формування стійких фітоценозів.

Біологічна, екологічна та соціальна ефективність зумовлюються правильним підбором видового складу рослинного вкриття відповідно до цільового використання відновлених територій, повнотою відновлення ґрунтового покриву та рослинності, збільшенням біорізноманіття, зменшенням негативної дії техногенних порушень на навколишнє природне середовище та створенням сприятливих умови для життєдіяльності живих організмів.

Розроблення бальної оцінки для кожного із запропонованих критеріїв дала б змогу кількісно оцінити ефективність проведення фітомеліорації та здійснити подальше прогнозування розвитку відновленого ландшафту.

## Література

1. Генік Я.В. Рекультивация: оцінка та розрахунок робіт / Я.В. Генік, А.П. Дида. – Львів : Вид-во "Відродження", 1998. – 46 с.
2. Кучерявий В.П. Рекультивация та фітомеліорація / В.П. Кучерявий, Я.В. Генік, А.П. Дида, М.М. Колодко. – Львів : Вид-во ГАФСА, 2006. – 116 с.
3. Панас Р.Н. Агроекологические основы рекультивации земель / Р.Н. Панас. – Львов : Изд-во при Львов ун-те, 1989. – 160 с.
4. Генік Я.В. Екологічні основи лісової фітомеліорації та рекультивції порушених земель / Я.В. Генік // Лісове господарство, лісова, паперова і деревообробна промисловість : міжвідомч. наук.-техн. зб. – Львів : Вид-во НЛТУ України. – 2007. – Вип. 33. – С. 33-37.
5. Генік Я.В. Фітомеліорація та рекультивация як складники сталого розвитку територій / Я.В. Генік // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2009. – Вип. 19.12. – С. 8-12.
6. Генік Я.В. Ревіталізація ґрунтового покриву як основа відновлення ландшафту / Я.В. Генік // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2010. – Вип. 20.13. – С. 93-98.

**Геньк Я.В. Критерии оценки эффективности фитомелиорации нарушенных экосистем**

Предложены критерии оценки эффективности ведения фитомелиоративных работ. Раскрыты основные признаки правовой, экономической, технологической, биологической, экологической и социальной оценок эффективности процесса фитомелиорации нарушенных экосистем и мероприятий по восстановлению продуктивных биогеоценозов.

**Ключевые слова:** фитомелиорация, восстановление нарушенных экосистем, оценка эффективности фитомелиоративных мероприятий.

**Henyk Ya.V. Criteria for evaluation of effectiveness of phytomelioration of damaged ecosystems**

Criteria for evaluation of effectiveness of phytomelioration activities are suggested. Main features for legal, economic, technological, biological and social evaluation of effectiveness of the process of phytomelioration of damaged ecosystems and activities for recovery of productive biogeocoenoses are described.

**Keywords:** phytomelioration, recovery of damaged ecosystems, evaluation of effectiveness of phytomeliorative activities.

УДК 631+662.767.2      *Adjunct prof. M. Bury<sup>1</sup>, dr. hab. eng.; adjunct G. Hury<sup>1</sup>, dr. eng.; adjunct E. Moździerz<sup>1</sup>, dr. eng.; aspir. K. Kuglarz<sup>1</sup>, m.sc.; technical assistant B. Amroży<sup>1</sup>, m.sc.; assoc. prof. U. Bashutska<sup>2</sup>, dr.*

**POSSIBILITIES OF CULTIVATION AND USE OF SORGHUM AND SUDAN GRASS HYBRIDS (*SORGHUM BICOLOR* (L.) MOENCH) AS A BIOGAS SOURCE IN NORTH-WEST POLAND**

The results obtained from field experiment showed that Sorghum (*Sorghum bicolor*) as well Sudan grass hybrids (*Sorghum bicolor* × *S. sudanense*) can be successfully cultivated on the light sandy soils of the Szczecin Lowlands and can enrich the group of plants cultivated for energy purposes, in particular for the production of silage for biogas plant. This was confirmed by the high fresh and dry mass yields of both species (Sorghum and Sudan grass) achieved at the Agricultural Experiment Station of the West Pomeranian University of Technology in Szczecin in 2011 and by high potential of yield of biogas and methane possible to obtain from one hectare.

**Keywords:** Sorghum, Sudan grass, maize, biomass yield, yield of biogas and methane, West Pomerania / north-west Poland

**Introduction.** Sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.) is one of the most important cereal plants (grain Sorghum) and is currently in the fifth place worldwide (after wheat, maize, rice and barley) with regard to surface and harvests [1]. It can be used not only for food for human, also for alcohol and beer production (grain and stem) and as feed and fodder for animals (fresh, hay, silage), and as energy plants for biogas production (whole ensilaged plants). It is an annual spring short-day and stenothermic plant (sprouts only at a temperature of >10 °C). It belongs to the plants using the C4 photosynthetic pathway and is cultivated on weak soil complexes due to its low soil requirements and high drought tolerance [2].

In north-west part of Poland (West Pomerania) dominates sandy soils (light soils) and not favourable climatic conditions for the cultivation of stenothermic plant species, e.g. maize. According to Koźmiński and Michalska (2000) [3] the average annual air temperature is of about 8,1 °C and the annual precipitation in the surroundings of Stargard Szczeciński (study area) fluctuates between 500 and 550 mm in the multi years 1961-1994. The region is characterized by cold and late springs with low temperatures, particularly at nights, and by not warm summers with a frequently overcast sky and rains. In spite of these conditions, the cultivation of maize as forage crop and even for grain is increasing, and the yield does not differ from those obtained in other parts of the country. Therefore, the cultivation of other stenothermic plant species, such as Sorghum, under the habitat conditions of the Szczecin Lowlands is possible, especially due to the significant progress in the farming and technology of the cultivation of this "new" species in Europe in recent years.

The purpose of the research is to assess the yielding potential of selected Sorghum and Sudan grass hybrids depending on the mineral nitrogen fertilizing in the climate and soil conditions of the Szczecin lowlands.

**Material and methods.** The field research<sup>1</sup> was carried out in 2011 at the Agricultural Experiment Station in Lipnik near Stargard Szczeciński (53°20'36.960"N, 14°58'130.908"E) on light sandy soil belonging to the rusty-brown soils. Soils in the study area are classified according to the Systematic of Polish Soils [4]. The soils in this region were formed mainly from glacial deposits and sediments deposited by glacial melt water. In the classification of agricultural suitability this soil belongs to the fifth complex (good rye soil suitability complex) and the gradation category IVb. The experiment was established with 12 varieties of Sorghum and Sorghum-Sudan grass hybrids. Sown were 5 varieties of Sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench): Goliath, Pluto, Rona 1, Sucrosorgo 506 and Super Sile 20 as well as 7 varieties of Sorghum and Sudan grass hybrids (*Sorghum bicolor* (L.) Moench × *S. sudanense* (Piper) Stapf), in the study referred to as Sudan grass: Freya, Green Grazer, Inka, Jumbo, Lussi, Mithril and Susu. These all varieties were cultivated with four levels of mineral nitrogen fertilizing (0, 50, 100 and 150 kg N per 1 ha). During the entire experiment they were uniformly fertilized with phosphorus and potassium (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and K<sub>2</sub>O) to an extent determined based on the contents of available forms of both macro elements in the soil. The control object was KWS<sup>2</sup> energy maize (*Zea mays* L.) of the variety Atletico, FAO 280, sown at the correct time, optimal for maize (02.05.2011). The Sorghum and the Sudan grass, on the other hand, were sown on 19 May 2011, optimal for Sorghum – over two weeks later. These species were cultivated on plots of 1,5 × 12 m (harvest of 14,25 m<sup>2</sup>) in rows, spaced at 35cm, in four replications. Towards the end of September the plants were harvested (Photo 1), the yield of fresh and dry mass determined for each plot and calculated into yield per 1ha.

<sup>1</sup> Research financed by the Ministry of Science and Higher Education in Poland out of the science funds in the years 2010-2013 as research project no. N N310 162938 (Productivity of sorghum and Sudan grass phytomass and its caloric value as well as the specific methane yield depending on mineral nitrogen fertilizing)

<sup>2</sup> KWS Polska Sp. z o.o. – Company that sells seeds of maize, sugar beet, rape, potato

<sup>1</sup> West Pomeranian University of Technology, Szczecin, Poland;

<sup>2</sup> Ukrainian National Forestry University, Lviv, Ukraine