

**Прокопович О.Р. Европейский опыт внедрения эколого-экономических проектов в деятельность лесных кластеров**

Рассмотрен европейский опыт лесных кластеров, приведены примеры внедрения в их деятельность эколого-экономических проектов. Определены основные преимущества кластеров и их влияние на развитие лесного сектора. Отмечено значительное влияние кластеров на экологическую политику.

**Ключевые слова:** кластеры, кластеризация, лесной сектор, эколого-экономические проекты.

**Prokopovych O.R. Theoretical basis of formation strategy of sustainable development for furniture enterprises at the basis of cluster analysis**

The article view of the European forest clusters experience and examples of implementation in their activities eco-projects. Were determined main clusters advantages and their influence on the development of the forest sector. Was noted a significant effect of clusters on environmental policy.

**Keywords:** clusters, clustering, forest sector, environmental and eco-economical projects.

УДК 630\*27 Prof. Sławomir Stankowski<sup>1</sup>, dr hab.; aspir. Kinga Śnieg<sup>1</sup>, inż.-mag.;  
adjunkt Ulyana Bashutska<sup>2</sup>, kandydat nauk rolniczych

**WPLYW POPIOŁU Z BIOMASY NA POZĄTKOWY WZROST ROŚLIN  
WYBRANYCH GATUNKÓW ZBÓŻJARYCH**

W doświadczeniu laboratoryjnym zbadano wpływ zawiesiny popiołułotnego z biomasy (0, 2, 4, 6 %) nasiewki trzech gatunków zbóżjarych (pszenica, jęczmień i owies). Zastosowa niepopiołu jako źródła składników nawozowych spowodowało zwiększenie intensywności wzrostu siewek zbóż. Optymalna dawka wynosiła od 2-4 % w zawieszynie wodnej. Niestwierdzono negatywnego wpływu w zakresie stosowanym w doświadczeniu.

**Wstęp.** Konieczność produkcji energii ze źródeł odnawialnych powoduje, że coraz częściej do spalania w elektrowniach zamiast węgla kamiennego czy brunatnego używana jest biomasa.

Właściwości popiołu z biomasy w zależności od rodzaju surowca, typu kotła czy procesu spalania mogą się dość znacznie różnić. Popiół obok korzystnych składników takich jak potas, fosfor, magnez może również zawierać metale ciężkie (Stankowski i Maciorowski 2011). Potencjalnie może być wykorzystywany jako substancja do nawożenia roślin (Vance 2000, Bielińska i in. 2010).

Celem pracy było określenie wpływu zróżnicowanego udziału popiołu z biomasy w zawieszynie wodnej na wzrost siewek 3 gatunków zbóż jarych.

**Metodyka.** Badania przeprowadzono w laboratorium Katedry Agronomii ZUT wiosną 2012 roku. Porównano: 3 gatunki zbóż jarych (pszenica – odmiana Tybalt, jęczmień – odmiana Natasza i owies – odmiana Sławko oraz 4 warianty wodnej zawiesiny popiołu z biomasy (0- kontrola, 2 %, 4 %, 6 %). Popiół pochodził ze spalania zrębków drewna z dodatkiem 25 procent sorga w kotle fluidalnym. Kielkowanie nasion przeprowadzono w kielkownikach Szmala. Kielkowniki przez okres trwania doświadczenia umieszczone były w kuwetach z zawiesziną popiołu.

<sup>1</sup> Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie;

<sup>2</sup> Nacionalny Uniwersytet Lešno-Techniczny we Lwowie

Liczba replikacji wynosiła 4. Po wschodach określano w fazie 2 liści zawartość chlorofilu metodą fotooptyczną (SPAD) przy pomocy chlorofilometru SPAD 502 firmy Minolta. Długość siewek oraz świeżą masę siewek określono mierząc 25 sztuk. Suchą masę siewek określono poprzez suszenie roślin w temperaturze 130°C do stałej wagi. Analizę statystyczną wyników przeprowadzono przy pomocy analizy wariancji 2 czynnikowej w układzie kompletnej randomizacji. Półprzedziały ufności wyliczono testem Tukey'a przy poziomie istotności 0,05.

**Wyniki i dyskusja.** Siewki zbóż rosnące w zawieszynie z popiołem z biomasy charakteryzowały się większą wartością wskaźnika SPAD w porównaniu z wariantem kontrolnym. Zwiększenie udziału popiołu od 0 do 2 i 4 % przyczyniło się do wzrostu wartości odpowiednio o 1,3 i 1,8. dalsze zwiększenie udziału popiołu w zawieszynie pozostało bez wpływu na badana cechę. Reakcja badanych gatunków była zróżnicowana. Najsilniej reagował jęczmień ale tylko do wariantu drugiego (2 %). U pszenicy i owsa reakcja była słabsza ale optymalnym wariantem było 4 % dodatku popiołu.

**Tab. 1. Wpływ popiołu z biomasy (P) na zawartość chlorofilu (SPAD) w liściach 3 gatunków zbóż jarych (G)**

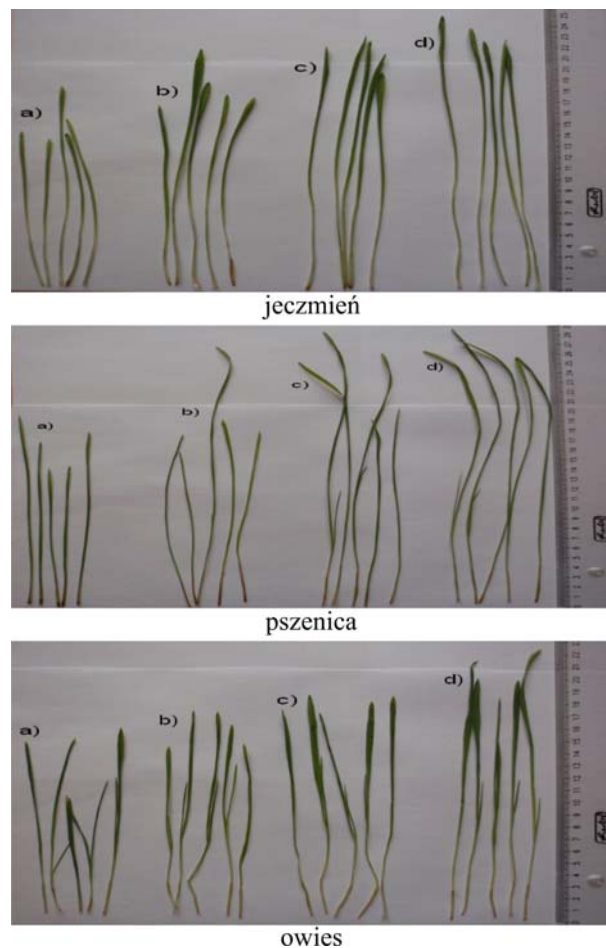
Udział popiołu (%)	Gatunek			Średnia
	jęczmień	pszenica	owies	
0	23,2	25,3	29,9	26,2
2	27,1	25,8	29,7	27,5
4	27,0	26,4	30,7	28,0
6	27,7	26,2	30,4	28,1
Średnia	26,3	25,9	30,2	27,5
NIR0,05 dla: G-0,770; P-0,980, P (G) -1,697				

Pod wpływem dodatku popiołu biomasy obserwowano również bardziej intensywiny wzrost siewek badanych zbóż (tab. 2, rys.). Zwiększenie udziału popiołu w zawieszynie od 0 do 2 i 4 % spowodowało wzrost długości odpowiednio o 23 i 31 %. Optymalnym wariantem był dodatek 4 % popiołu ale najsilniejszą reakcję stwierdzono w przypadku pszenicy – 44 %.

**Tab. 2. Wpływ popiołu z biomasy (P) długość siewek (cm) 3 gatunków zbóż jarych (G)**

Udział popiołu (%)	Gatunek			Średnia
	jęczmień	pszenica	owies	
0	16,0	16,3	11,9	14,7
2	17,8	22,4	14,0	18,1
4	19,6	23,5	14,5	19,2
6	19,4	23,4	15,6	19,5
Średnia	18,2	21,4	14,1	17,9
NIR0,05 dla: G-0,88; P-1,12, P (G) -1,94				

Świeża masa siewek (25 sztuk) charakteryzowała się wyższą wartością przy wariancie 2 % niż wariancie kontrolnym (tab. 3). Dalsze zwiększanie udziału popiołu w wodnej zawieszynie nie powodowało istotnego wzrostu masy roślin, ale nie stwierdzono też negatywnego efektu w postaci niższej masy roślin.



Rys. Wpływ udziału popiołu (a – 0, b – 2, c – 4, d – 6 %) w zawieszynie na wzrost roślin zbóż jarych

Tab. 3. Wpływ popiołu z biomasy (P) świeżą masę siewek (g) 3 gatunków zbóż jarych (G)

Udział popiołu (%)	Gatunek			Średnia
	jęczmień	pszenica	owies	
0	2,64	1,54	1,16	1,78
2	3,31	2,29	1,41	2,34
4	3,44	2,54	1,44	2,47
6	3,58	2,32	1,72	2,54
Srednia	3,24	2,17	1,43	2,28
NIRO,05 dla:	G-0,237; P-0,301, P (G) – r.n.			

Zmiany zawartości suchej masy siewek (tab.4) pod wpływem różnego udziału popiołu w zawieszynie były podobne jak w przypadku świeżej masy siewek.

Nie stwierdzono aby zawartość suchej masy w siewkach się znacząco różniła, co wskazuje na brak wpływu zróżnicowanych wariantów popiołowych na uwodnienie roślin. Najwyższą zawartością suchej masy charakteryzowały się siewki pszenicy a najniższą siewki jęczmienia.

Tab. 4. Wpływ popiołu z biomasy (P) suchą masę siewek (g) 3 gatunków zbóż jarych (G)

Udział popiołu (%)	Gatunek			Średnia
	jęczmień	pszenica	owies	
0	0,244	0,186	0,099	0,176
2	0,308	0,290	0,124	0,240
4	0,334	0,274	0,124	0,244
6	0,319	0,258	0,144	0,240
Srednia	0,301	0,252	0,123	0,225
NIRO,05 dla:	G-0,026; P-0,033, P (G) – r.n.			

Wyniki badań (Stankowski i in. 2008) wskazują na pozytywne oddziaływanie popiołu z biomasy na plonowanie trawy *Festulolium* w porównaniu z wariantem kontrolnym i podobne jak nawożenie mineralne. Również Stankowski i Meller (1995) oraz Murkowski i Stankowski (2002) wykazali, że składniki mineralne z węgla kamiennego miały korzystny wpływ na wzrost roślin i parametry fotosyntezy roślin pszenicy, żyta i jęczmienia. Nie stwierdzono również niekorzystnego wpływu następczego (Stankowski i in. 2011).

**Wnioski:**

1. Zastosowanie popiołu lotnego z biomasy jako składnika nawozowego spowodowało bardziej intensywny wzrost siewek pszenicy, jęczmienia i owsa.
2. Optymalną dawką był 2-4 % udział popiołu w zawieszynie wodnej.
3. Nie stwierdzono ujemnych skutków dodatku popiołu w zakresie stosowanym w badaniach.

**Literatura**

1. Bielińska J. 2010. Possibilities of utilization of ashes from biomass / J. Bielińska, E. Meller, S. Stankowski, Cz. Wołoszyk // Proceedings of the International Scientific and Practical Workshop "Ashes from TPPS removal, transport, processing, landfilling", 22-23 April 2010. – Moscow. – Pp. 135-138.
2. Murkowski A. 2002. Wykorzystanie składników popiołu węglowego do nawożenia roślin pszenicy / A. Murkowski, S. Stankowski. – Folia Univ. Agric. Stetin. 228, 87-92.
3. Stankowski S. 2011. Wpływ następczy nawożenia popiołem fluidalnym z węgla kamiennego i wapnem dolomitowym na jakość ziarna i wartość siewną nasion pszenicy jarej / S. Stankowski, G. Hury, M. Gibczyńska. – Zeszyty Prob. Post. Nauk Roln. 2011, 560, 257-262.
4. Stankowski S. 1995. The effect of fertilization with pit coal ash on the quality of barley and rye seeds. *Fragm* / S. Stankowski, E. Meller. – *Agron.2.* – Pp. 164-165.
5. Stankowski S. 2011. Rolnicze wykorzystanie popiołów z biomasy / S. Stankowski, R. Maciorowski // W: "Zagospodarowanie ubocznych produktów spalania biomasy" Semin. Nauk. 23.11.2011. – Warszawa. – Pp. 159-180.
6. Stankowski S. 2008. Der Einfluss von Ashe aus der Biomasse auf Bodeneigenschaften und Erträge von *Festulolium* / S. Stankowski, Cz. Wołoszyk, E. Meller, M. Bury, J.E. Bielińska // 2. Rostocker Bioenergie Forum. Univeritat. Innovation für Klimaschutz und wirtschaftliche Entwicklung, 29-30 Oktober 2008. – Pp. 159-165.
7. Vance E.D. 2000. Beneficial use of wood ash as an agricultural soil amendment: case studies from the United States forest products industry / E.D. Vance, C.C. Mitchell // In: Power J.F., Dick W.A. (eds) Land application of agricultural, industrial and municipal by-products. SSSA, Madison. – Pp. 567-582.

**Станковскі С.<sup>1</sup>, Сьнег К.<sup>1</sup>, Башуцька У.Б.<sup>2</sup> Вплив попелу з біомаси на початковий ріст окремих видів зернових культур**

Шляхом лабораторного експерименту досліджено ефект від впливу водної суспензії леткого попелу з біомаси (0, 2, 4, 6 %) на сянці трьох видів ярих зернових культур (пшениці, ячменю та вівса). Застосування попелу як удобрювального компонента підвищило інтенсивність росту сянців злаків. Оптимальною виявилась доза 2-4 % леткого попелу у водній суспензії. Негативного ефекту в ході ряду експериментальних застосувань не виявлено.

**Ключові слова:** попіл з біомаси, інтенсивність росту, ярі зернові культури.

**Stankowski S.<sup>1</sup>, Śnieg K.<sup>1</sup>, Bashutska U.B.<sup>2</sup> Effect of biomass ash on primary plant growth of some spring cereal species**

In the laboratory experiment the effect of water suspension of fly ash from biomass (0, 2, 4, 6 %) on seedling of 3 spring cereals (wheat, barley and oat) was investigated. Application of ash as a source of fertilizing components caused more intensive growth of cereal seedlings. Optimal dose was 2-4 % in water suspension. There was no negative effect in the range used in the experiment.

УДК 557.4:556.(234.421.) **Доц. В.І. Мокрий, канд. фіз.-мат. наук; зав. лаб. М.М. Паславський; асист. Л.В. Калагурка – НЛТУ України, м. Львів**

**БІОФІЗИЧНИЙ МОНІТОРИНГ ЕКОСИСТЕМ ШАЦЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКУ**

Подано математичну інтерпретацію даних експрес-діагностики морфологічних показників дерев берези бородавчастої як необхідну умову якісного оцінювання біопродуктивності насаджень Шацького Національного природного парку (НПП). Розроблено комплексне забезпечення флуориметричного експрес-методу і створено технічні пристрої для діагностики стану фотосинтетичного апарату вищих рослин у природних умовах у режимі реального часу.

**Ключові слова:** біопродуктивність, береза бородавчаста, дистанційне зондування Землі (ДЗЗ), геоінформаційні системи (ГІС), флуоресценція хлорофілу, Шацький НПП.

Біопродуктивність насаджень Шацького НПП, залежно від конкретики і типу задач, характеризується лісотаксацийними параметрами, а також морфологічними – активністю фотосинтетичного апарату, вмістом пігментів, швидкістю газообміну CO<sub>2</sub> або O<sub>2</sub> та ін. Дослідження виконано з метою математичної інтерпретації даних експрес-діагностики морфологічних показників рослин біогеоценозів, вимірних флуоресцентним методом, необхідних для якісного оцінювання біопродуктивності насаджень Шацького НПП.

Методика досліджень передбачає польові рекогносцирувальні обстеження територій Шацького НПП, відбір зразків, лабораторні вимірювання морфологічних параметрів рослин та формування бази даних, з використанням технологій дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) та геоінформаційних систем (ГІС). За об'єкт моніторингових досліджень вибрано одну з основних лісотвірних порід лісонасаджень Шацького НПП – березу бородав-

часту для визначення та порівняння індексу життєвості в різних типах лісорослинних умов.

Активність фотосинтетичного апарату рослин досліджено методом фотоіндукованої флуоресценції хлорофілу (ФХ) [1]. Математичні моделі графіків кінетики ФХ виконано в Excel, з використанням програми "Graph2Digit". Кількісне визначення пігментів проведено спектрофотометричним методом. Результати відпрацювання полягають у продовженні попередніх [2] завірково-калібрувальних робіт в конкретних лісорослинних умовах Шацького НПП до оптико-спектральних характеристик опрацьованих космознімків [3], їх кореляції з морфологічними параметрами рослин та розв'язку практичних задач моніторингу на основі реальних біофізичних параметрів фотосинтезуючих об'єктів.

Внаслідок впливів природних та антропогенних факторів, зокрема і стресового характеру, змінюються стан фотосинтетичного апарату, продуктивність фотосинтезу, а отже і продуктивність всієї лісової екосистеми. Джерелом необхідної інформації служить хлорофіл, локалізований у фотосинтетичних мембранах, який має певні спектральні властивості, зміни яких за різних впливів можна реєструвати в режимі реального часу. Саме це і дає необхідну інформацію для експрес-діагностики стану рослин.

Результати вимірювань кількісного вмісту пігментів однієї з основних листяних порід лісонасаджень Шацького НПП – берези бородавчастої, залежно від типу умов місцезростання, отримані за трьома повторними відборами, представлено у табл. 1. Зразки відібрані з території Шацької експериментальної бази Фізико-механічного інституту ім Г.В. Карпенка, а також з прибережних територій о. Пісочне – території лісоекологічного стаціонару НЛТУ України та санаторію "Лісова пісня", які характеризуються активним рекреаційним навантаженням в різних типах умов місцезростання – V<sub>1</sub>, V<sub>2</sub>, C<sub>2</sub>, C<sub>4</sub>-D<sub>4</sub>.

**Табл. 1. Концентрація (С) пігментів (хлорофіл "а", "b", каротиноїдів "с") в листі берези бородавчастої (Шацький НПП) в різних лісорослинних умовах, мг/л сирової речовини**

Тип умов місцезростання	C'a", (мг/л)	C'b", (мг/л)	C'c", (мг/л)
V <sub>2</sub>	20,94177	20,87813	3,53821
C <sub>2</sub>	7,26284	3,4908	0,22924

Зміни в пігментному комплексі відображають адаптованість фізіологічних функцій рослин до різних екологічних умов і є основною причиною інактивації фотосинтезу. Отримані дані змін пігментного комплексу в досліджуваних деревних породах підтверджують чутливість цієї системи до впливу екологічних факторів.

Вивчення фундаментальних механізмів флуоресценції [4, 5] та з'ясування їх взаємозв'язку з функціонуванням ЕТЛ і пов'язаними з ним процесами, є основою для використання параметрів флуоресценції у вирішенні прикладних завдань, що потребують отримання характеристики фізіологічного стану рослини. Застосування техніки з високим часовим розділенням, дає змогу проаналізувати кінетики наростання та спаду флуоресценції. Наростан-

<sup>1</sup> Західнопоморський технологічний університет, Щецин, Польща (West Pomeranian University of Technology, Szczecin, Poland);

<sup>2</sup> НЛТУ України, м. Львів (Ukrainian National Forestry University, Lviv, Ukraine)