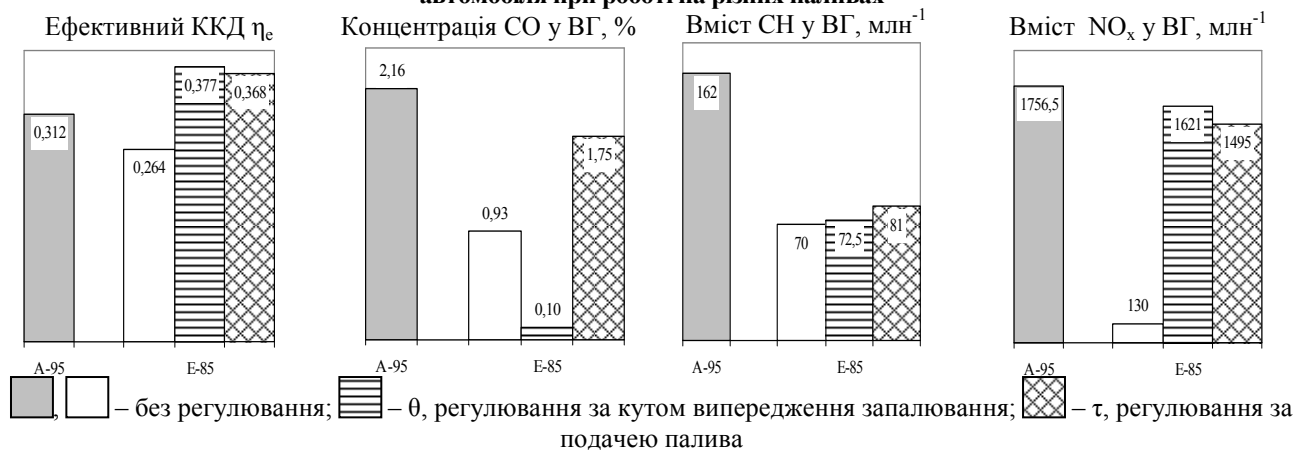


5. Дослідження викидів відпрацьованих газів

Для порівняння енергоекологічних показників бензину Аи-95 та палива моторного біологічного Е85 нами були проведені порівняльні стендові випробування на двигуні внутрішнього згорання з іскровим запаленням. В таблиці 2 наведена порівняльна характеристика ККД та концентрації CO, CH та NO_x у відпрацьованих газах автомобіля при роботі на різних паливах.

Таблиця 2 – Порівняльна характеристика ККД та концентрації CO, CH та NO_x у відпрацьованих газах автомобіля при роботі на різних паливах



Таким чином, на сьогодні вдалося створити паливо з високим вмістом етанолу, яке відповідає екологічним та експлуатаційним вимогам до моторного палива для сучасної техніки.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. В.С.Пилявский, Г.А.Ковтун, Е.В.Полункин, О.А.Гайдай. Улучшение смазывающих свойств этанольных моторных топлив // Катализ и нефтехимия. – 2009. - №17. – с.84 – 87
2. Этиловый спирт в моторном топливе. Под ред. д.т.н. В.В.Макарова. М.: ООО «РАУ-Университет», 2005. – 184с.
3. Гуtareвич Ю.Ф. Этиловый спирт як моторне паливо // Автошляховик України. - 1999. - № 1. - с.7 – 10.
4. Даниленко Т.В. Разработка топливных композиций бензинов с добавлением алифатических спиртов: Автореф. дис. канд. техн. наук: 05.17.07: М., 2005. – 169с. – рус.
5. Полункин С.В., Зубенко С.О., Гайдай О.О., Струнгар А.В., Кузнецова О.В. Вплив хімічного складу на тиск насиченої пари в паливах моторних біологічних // Вісник НАУ. – 2010. - №1. – с.258-261.

УДК: 574.24

Горова А.І., Кулина С.Л., (Україна, Дніпропетровськ) Шкременко О.Л. (Росія, Санкт - Петербург)

ПРО ВИКОРИСТАННЯ ДЕНДРОІНДИКАЦІЇ ПРИ ОЦІНЦІ СТАНУ ПОВІТРЯНОГО БАСЕЙНУ ЧЕРВОНОГРАДСЬКОГО ГІРНИЧОПРОМИСЛОВОГО РЕГІОНУ ЗА ДОПОМОГОЮ СОСНИ ЗВИЧАЙНОЇ (*PINUS SYLVESTRIS L.*)

Вугільна промисловість є однією з базових галузей національної економіки з надзвичайно складним багатогалузевим виробничо-господарським комплексом, який представляє собою важку промисловість не лише за змістом, але й за рівнем підвищеної небезпеки для навколишнього середовища. Видобуток вугілля пов'язаний з деструктивним впливом на атмосферу, земельні та водні ресурси, флору та фауну. Так, зокрема викиди забруднюючих речовин в атмосферу підприємствами Мінвуглепрому становлять до 25% від усіх викидів цих речовин по Україні. На очисні споруди направляється менше половини всіх викидів, а решта без очистки у вигляді газоподібних та рідких речовин потрапляє в атмосферу. Тому, у більшості гірничовидобувних регіонах України стан навколишнього природного середовища характеризується складною екологічною ситуацією, в тому числі і в Червоноградському гірничопромисловому районі (ЧГПР), який є одним із найбільших районів з видобутку кам'яного вугілля в Західній Україні. На площі 180 км² Львівсько-Волинського вугільного басейну розташовано дев'ять шахт з видобутку кам'яного вугілля та одна збагачувальна фабрика, при чому п'ять з них розташовано на площі 30 км².

Однією з серйозних проблем Червонограда і населених пунктів, які знаходяться поблизу шахт – це стан атмосферного повітря, оскільки викиди в атмосферу гірничими підприємствами ЧГПР у 2010 р. склали більше 32 тис.т. До головних забруднювачів повітря відносять підприємства вугільної галузі – котельні шахт, аспіраційні системи збагачувальної фабрики, вуглесушильні установки та інші. На них припадає близько 70% викидів забруднюючих речовин. „Завдяки” вище перерахованим джерелам забруднювання в атмосферу потрапляють – діоксиди сірки, двоокиси азоту, окиси вуглецю та інші шкідливі речовини. Особливу увагу необхідно звернути на неорганізовані джерела забруднення, такі, як породні терикони та хвостосховища, викиди від яких контролювати майже не можливо і площа яких в регіоні відповідно становить 210 та 89 га. У териконах та

хвостосховищі міститься близько 6,8 млн.м³ відходів, які призводять не лише до забруднення атмосферного повітря, але й води та ґрунтів. На териконах, крім того спостерігається горіння. З 1 м² терикону, що горить у ЧГПР в атмосферу, в середньому за добу, потрапляє: 10,7 кг окису вуглецю; 6,3 кг сірчистого газу; по 0,6 кг сірководню і оксидів азоту [1, 2].

Для оцінки екологічної ситуації в державі, на сьогодні, використовуються методи, які ґрунтуються на визначенні концентрацій забруднюючих речовин та порівнянні їх з гранично-допустимими концентраціями [3]. Але, цей загальноприйнятий метод має багато недоліків, зокрема за його допомогою не завжди можна якісно оцінити сумарну дію цих забруднювачів на усі живі організми та людину. У працях багатьох вчених акцентується увага на те, що при проведенні моніторингу необхідно використовувати біологічні методи оцінки якості навколишнього природного середовища за допомогою біоіндикаторів, оскільки біологи володіють досить значним обсягом інформації про функціонування живих систем на різних рівнях організації, як у нормі, так і у випадку негативної дії антропогенних факторів [4, 5]. У ролі біоіндикатора перевага, як правило, надається рослинам, бо вони є досить зручним об'єктом для біологічного моніторингу стану довкілля, оскільки характеризують природне середовища в якому ростуть, швидко розмножуються і по-різному реагують на дію шкідливих факторів чим дозволяють вибирати найбільш доцільну відповідну реакцію для конкретного дослідження [3]. У працях багатьох вчених у якості біоіндикатора стану довкілля використовуються не лише рослини, а і їх ознаки, зокрема морфометричні, які полягають в оцінці внутрішньоіндивідуальної мінливості морфологічних структур [6]. На сьогодні, для оцінки антропогенного впливу на довкілля, значне поширення отримала дендроіндикація, головною метою якої є спостереження за змінами в навколишньому природному середовища за допомогою дерев, наприклад сосни звичайної, берези повислої та ін. [7, 8, 9].

Метою наших досліджень було проведення оцінки стану атмосферного повітря ЧГПР, в зоні впливу гірничих підприємств, за допомогою методів дендроіндикації.

Об'єкти та методи дослідження. Об'єктом дослідження були морфометричні показники сосни звичайної *Pinus sylvestris* L висотою 1-1,5 м і віком 4-6 років, яка росте в зоні дії гірничих підприємств. Зразки хвої відбиралися у вересні-жовтні 2007-2009 рр. Усі спостереження проводилися на території шахт «Великомостівська» та «Лісова». У якості контролю нами було обране с.Волиця Сокальського району Львівської обл., де відсутні гірничі підприємства, а також спостерігається мінімальний вплив інших антропогенних факторів.

Для дендроіндикаційних досліджень нами була використана методика, яка полягає у вимірюванні біометричних показників у дерев, які ростуть на териконах. Для цього ми проводили вимірювання діаметра стовбура дерев на висоті 1,3 м та їх висоту. Для оцінки інтенсивності антропогенного впливу на якість навколишнього середовища нами був використаний морфометричний підхід [9], який заснований на оцінці внутрішньоіндивідуальної мінливості морфологічних структур, зокрема, ступеню вираженості флуктуючої асиметрії (ФА) між довжиною двох голок хвої в парі сосни звичайної, також проводили вимірювання їх розмірів (довжину, ширину, товщину), і класифікували хвою за ступінню ушкодженості (наявність хлорозів і некрозів) для цього пропонується наступна шкала табл.1.

Таблиця 1 – Шкала оцінки реакції біоіндикатора *Pinus sylvestris* L. на вплив гірничих підприємств

Клас ушкодження (некрози)	Клас засихання хвої
КУ-1 – хвоя без плям	КЗ-1 – відсутні сухі ділянки
КУ-2 – хвоя з незначною кількістю мілких плям	КЗ-1 – сухі кінчики відсутні
КУ-3 – хвоя з значною кількістю чорних і жовтих плям	КЗ-2 – кінчик засох на 2-5 мм
	КЗ-3 – засохла третя частина довжини хвої
	КЗ-4 – засохла половина довжини хвої
	КЗ-4 – вся хвоя жовта і суха

Для оцінки впливу гірничих підприємств на біоіндикатор – сосну звичайну (*Pinus sylvestris* L.) нами були виділено 4 тести-полігони, різних за рівнем забруднення, з яких 1- зона впливу техногенних об'єктів на території шахт – відвали гірничих порід; 2 - зона впливу усього технологічного комплексу підприємства до 500 м; 3 – поза впливу гірничих підприємств, більше 500 м. В кожному тест-полігоні досліджувалося по 10 пар хвої з 7-10 дерев (об'єм аналізованої вибірки на кожному майданчику склав 240-400 пар хвої).

Результати морфометричних показників приведені в таблиці 2.

Проведені дослідження дозволяють зробити висновок, що найкращі ростові процеси у сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.) спостерігаються в підніжжі породних відвалів (2 та 3 тест-полігон), оскільки у верхній частині териконів (1 тест-полігон) відбуваються значні дефляційні процеси. Діаметра стовбура сосни звичайної коливався в межах 0,12-1,35м, висота – 0,4-11м.

Дані досліджень та їх обчислення вказують на негативний вплив гірничих підприємств на стан повітряного басейну, яке проявлялось у відхиленні усіх морфометричних показників хвої від контролю. Найменші відхилення у довжині однорічної хвої відносно контролю, за середніми значеннями, спостерігалися у 2 тест-полігоні шахти «Лісова» і склали 8%, а найбільші – 37% для 1 тест-полігону шахти «Великомостівська». Щодо довжини дворічної хвої, то спостерігалася така ж ситуація і відхилення відповідно становили 5% і 24%. На нашу думку це обумовлено місцем розташування гірничих підприємств, оскільки поблизу шахти «Великомостівська» розташовані і інші промислові підприємства м. Червоноград. Шахта ж «Лісова» виправдовує свою назву, оскільки знаходиться в межах великомостівського лісництва, де відсутні інші джерела

забруднення повітря. Щодо 3 тест-полігону, який знаходився поза зоною впливу шахти, то показники довжини хвої, як одно – та дворічної хвої були навіть дещо більшими щодо контролю. Це зумовлено тим, що точки відбору у цьому тест-полігоні розташовувалися поза будь-яким антропогенним впливом.

Таблиця 2 – Показники зміни морфометричних показників біоіндикатора *Pinus sylvestris* L. в зоні впливу шахт «Лісова» та «Великомостівська» у період 2008-2009 рр. (середні значення)

Тест-полігон	Вік хвої, рік	Розмір хвої, мм		
		довжина	ширина	товщина
Шахта «Лісова»				
1- терикон шахти	1	$\frac{46 \div 67}{55,7}$	$\frac{0,9 \div 1,1}{1,18}$	$\frac{0,5 \div 1,0}{0,69}$
	2	$\frac{60 \div 79}{72,1}$	$\frac{0,7 \div 1,4}{1,02}$	$\frac{0,3 \div 0,4}{0,34}$
2- технологічний комплекс шахти (в межах 500 м)	1	$\frac{49 \div 69}{58,8}$	$\frac{0,9 \div 1,2}{1,1}$	$\frac{0,3 \div 0,5}{0,34}$
	2	$\frac{61 \div 86}{77,5}$	$\frac{0,9 \div 1,5}{1,16}$	$\frac{0,3 \div 0,4}{0,34}$
3- більше 500 м	1	$\frac{49 \div 77}{67,9}$	$\frac{0,9 \div 1,3}{1,15}$	$\frac{0,3 \div 0,53}{0,38}$
	2	$\frac{73 \div 88}{83,1}$	$\frac{1,0 \div 1,6}{1,33}$	$\frac{0,93 \div 1,0}{0,96}$
Шахта «Великомостівська»- в межах шахти 2 та 3 тест-полігони відсутні				
1- терикон шахти	1	$\frac{43 - 63}{46,6}$	$\frac{0,9 \div 1,1}{0,97}$	$\frac{0,2 \div 0,6}{0,42}$
	2	$\frac{56 \div 69}{65,5}$	$\frac{1,2 \div 1,1}{1,09}$	$\frac{0,3 \div 0,6}{0,4}$
контроль	1	$\frac{56 \div 67}{63,9}$	$\frac{1,1 \div 1,5}{1,36}$	$\frac{0,92 \div 1,0}{0,95}$
	2	$\frac{69 \div 87}{81,5}$	$\frac{1,1 \div 1,2}{1,15}$	$\frac{0,3 \div 0,95}{0,72}$

Показники ширини та товщини хвої також інформативно вказували на незадовільну якість атмосферного повітря в зоні впливу шахт і достовірно відрізнялися від контролю.

Крім того, проведені дослідження стану атмосферного повітря в зоні впливу гірничих підприємств дозволили прослідкувати наступну закономірність, згідно якої довжина дворічної хвої у всіх точках спостереження на 20-40% була вищою, ніж хвої першого року, щодо товщини та ширини хвої такої закономірності не прослідковувалося.

Щодо ушкодженості хвої у тест-полігонах можна зробити наступні висновки – відсоток ушкодженої хвої сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.) у контролі та 3 тест-полігоні був вищий, ніж в місцях інтенсивного забруднення гірничими підприємствами табл.4. Це можна пояснити тим, що хвоя першого року життя на всіх тест-полігонах має незначні ушкодження. З віком кількість ушкодженої хвої збільшується прямопропорційно до збільшення забруднення. На забруднених ділянках сильне ушкодження хвої викликано їх передчасним опаданням, в результаті чого повністю не враховуються.

В найбільш забруднених ділянках хвоя повністю відсутня вже на трьох річних приростах. На чистих та відносно чистих ділянках ушкоджена хвоя зберігає свою життєздатність і залишається на гілках, що збільшує загальний відсоток ушкодження хвої.

Підвищення рівня асиметрії може спостерігатися як в умовах підсиленої міжвидової і внутрішньовидової конкуренції, наприклад, в місцях з недостатнім сонячним освітленням, так і в місцях значного забруднення атмосферного повітря. Тому, у нашому випадку показник ФА – показник рівня забруднення довкілля. Результати досліджень показників ФА хвої *Pinus sylvestris* L. приведені в табл. 3.

Розрахунки показника ФА (середні значення) вказують на те, що у 1 та 2 тест-полігонах де спостерігається значне техногенне навантаження цей показник був більшим ніж у контролі у 3,5 та 2,5 рази, відповідно. Щодо цього показника у 3 тест-полігоні для шахти «Лісова», то він був близьким до контролю і перевищував його лише у 1,5 рази.

Результати оцінки стану атмосферного повітря за видами ушкоджень хвої приведені в табл. 4. Отже, проведені дослідження по оцінці стану атмосферного повітря в зоні впливу гірничих підприємств за допомогою методів дендроіндикації – сучасний напрямок у розвитку біоіндикаційних досліджень, оскільки спостерігалась достатньо висока чутливість біоіндикатора *Pinus sylvestris* L. до дії забруднюючих речовин, які потрапляють в

атмосферне повітря. Усі обрані морфометричні показники для оцінки стану атмосферного повітря в зоні гірничих підприємств інформативно вказували на негативний вплив шахт на довкілля. На нашу думку найбільш інформативними показниками при проведенні дендроіндикації за допомогою *Pinus sylvestris L.* є довжина хвої та показник ФА.

Таблиця 3 – Показники ФА хвої *Pinus sylvestris L.* в зоні впливу гірничих підприємств за 2007-209 рр. (середні значення)

Тест полігон	Показник ФА хвої	
	Кількість пар хвоїнок	X– величина асиметрії у виборці
Шахта «Лісова»		
1	10	0,007
2	10	0,005
3	10	0,003
Шахта «Великомостівська»		
1	10	0,008
контроль	10	0,002

Таблиця 4 – Оцінка ушкоджень хвої *Pinus sylvestris L.*

Тест-полігон	Клас ушкодження (некрози)	% кількості хвої з кожним типом ушкодження	Клас засихання	% кількість хвої за кожним типом засихання
Шахта «Лісова»				
1	КУ-1	22	КЗ-1	66
	КУ-2	55	КЗ-2	44
	КУ-3	35		
2	КУ-1	11	КЗ-1	44
	КУ-2	33	КЗ-2	22
	КУ-3		КЗ-3	11
			КЗ-4	33
3	КУ-1	44	КЗ-1	77
	КУ-2	44	КЗ-2	11
	КУ-3	22	КЗ-3	22
Шахта «Великомостівська»				
1	КУ-1	44	КЗ-1	89
	КУ-2	55	КЗ-2	11
	КУ-3	11		
контроль	КУ-1	11	КЗ-1	55
	КУ-2	44	КЗ-2	22
	КУ-3		КЗ-3	11
			КЗ-4	22

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Певзнер М.Е., Костовецкий В.П. Экология горного производства. – М.: Недра, 1990
2. Аналітична довідка Управління охорони навколишнього природного середовища у Львівській області по Сокальському адміністративному району та Червоноградському промислового району станом на 01.01.2010г.
3. Дідух Я.П., Плюта П.Г. – Фітоіндикація екологічних факторів. – К.: Наук. Думка, 1994. – 280 с.
4. Gruber D., Cairns J., Dickson K.L., Progress on a second generation of monitoring system. In: Contributed papers: 143-rd National meeting American Association for the Advancement of Science, Washington. D.C., 1977.
5. Фаррар К., Томсон К. Требования к мониторингу биологических систем// Комплексный глобальный мониторинг загрязнения окружающей среды. – Л.: Гидрометеиздат, 1980.
6. Мэннинг Дж. У., Федер У. А. Биомониторинг загрязнения атмосферы с помощью растений. – Л.: Гидрометеиздат, 1985. – С. 18 – 51.
7. Злобин Ю. А. Морфометрический подход в ценопопуляционных исследованиях // Тез. докл. VII делегат. съезда Всесоюз. ботан. об-ва. – Л.: Наука. – 1983. – С. 141 – 142.
8. Ростова Н. С. Структура и изменчивость корреляций морфологических признаков цветковых растений: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук: 03.00.05 / Санкт-Петербургский гос. ун-т. – СПб., 2000. – 40 с.
9. Kozlov M.V., Niemela P., Junttila J. Needle fluctuating asymmetry as a sensitive indicator of pollution impact on Scots pine (*Pinus sylvestris*) // Ecological indicators. – 2002. – V. 1. – P. 271-277.
10. Кряжева Н. Г., Чистякова Е. К., Захаров В. М. Анализ стабильности развития березы повислой в условиях химического загрязнения // Экология. – 1996. – № 6. – С. 441 – 444.