

УДК: 582.632.2:504.3 (477)

ВИКОРИСТАННЯ ДУБУ ЗВИЧАЙНОГО У БІОІНДИКАЦІЙНИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ СТАНУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ

Корж О.П., Коростовець А.Г.

Запорізький національний університет Україна, 69600, м. Запоріжжя, вул. Жуковського, 66

ariqsh@rambler.ru

На о. Хортиця (умовний контроль) показник ФА становив 0,065, що відповідає середньому рівні відхилення від норми. У Заводському районі показник ФА склав 0,085. Це свідчить про критичне антропогенне навантаження. ФА Комунарського району коливалась в межах 0,075, що також свідчить про критичний вплив на навколишнє природне середовище. Згідно проведених досліджень, стан атмосферного повітря в м. Запоріжжя неможна вважати задовільним, оскільки навіть в умовах умовного контролю спостерігається середній рівень відхилення від норми.

Ключові слова: дуб звичайний, біоіндикація, флуктуюча асиметрія, ознака, морфометричні показники.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДУБА ОБЫЧНОГО В БИОИНДИКАЦИОННЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ СОСТОЯНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

Корж О.П., Коростовець А.Г.

Запорожский национальный университет, Украина, 69600, г. Запорожье, ул. Жуковського, 66

На о. Хортиця (условный контроль) показатель ФА составил 0,065, что соответствует среднему уровню отклонения от нормы. В Заводском районе показатель ФА составил 0,085. Это свидетельствует о критической антропогенной нагрузке. ФА Коммунарского района колебалась в пределах 0,075, что также свидетельствует о критическом воздействии на окружающую природную среду. Согласно проведенным исследованиям, состояние атмосферного воздуха в Запорожье нельзя считать удовлетворительным, поскольку даже в условиях условного контроля наблюдается средний уровень отклонения от нормы.

Ключевые слова: дуб обычный, биоиндикация, флуктуирующая асимметрия, признак, морфометрические показатели.

USING OAK USUALLY IN BIOINDICATION STUDIES AIR QUALITY

Korzh O.P., Korostovetz A.G.

Zaporizhzhya national university, Ukraine, 69600, Zaporizhzhya, Zhukovskogo Street 66.

With its powerful industrial potential, which is caused by the presence and concentration of ferrous and nonferrous metallurgy, thermal power, nuclear energy, chemistry, engineering, Zaporizhzhya region is the undisputed leader in terms of air pollution. Phytoindication methods are widely used in the monitoring system, which differ from other methods of cheapness and ability to simultaneously cover large areas to be indication and relative ease of interpretation. One of the common woody plants in the Zaporozhye region are oak (*Quercus robur*). There is a plant widely used in landscaping the city and is widely represented in the park areas with different levels of anthropogenic pressure.

Important to find modern methods of environmental assessment, including the air in cities with considerable anthropogenic load. In such industrial centers as Zaporizhzhya vast majority of pollutant enters the atmosphere through which his condition requires special attention from environmentalists. The use of physical and chemical methods for the determination of some parameters of the environment does not provide a generalized understanding of the state of the environment in general and its effect on the body. Therefore there is the need to find a relatively cheap reliable and fast methods for assessing air in modern cities.

Therefore, it is reasonable to analyze the possibility of using oak FA in conventional studies bioindication state of the air in Zaporozhye.

The aim of the study was to determine the feasibility of the use of oak in the usual bioindication research state of the environment in areas with varying degrees of anthropogenic impact.

Research conducted at the laboratory of biology faculty. We conducted a comparative description of leaf blades oak that grew in different ecological systems. Gathering material was carried out in the field during 2013. The tested material was selected from three points of Fr. Khortytsya, Zavodskiy and KommunarSKIY areas of Zaporozhye.

Stability was assessed by the level of FA. This figure represents a deviation from the symmetrical construction of the leaf - leaf structure difference between the values of the central vein to the left and right. The integral indicator of stability for complex traits is calculated the average frequency of the asymmetric manifestation as a sign. This index is calculated as an average of the number of asymmetric features in each individual with respect to the number of analyzed traits. In this case, does not count the value of the differences between the parties, but only the fact of asymmetry. In this way eliminates the possible influence of individual cases, which strongly deviate from the overall data set.

Tests for normality Jacques - Bera and Shapiro - Wilcoxon morphometric parameters of oak leaves in all the usual areas of study correspond to a normal distribution. Therefore, the analysis of these data can be used parametric statistics.

It was found that the integral index of FA in all research areas is high. Specifically on. Khortytsya (conventional control) FA index was 0.065, which corresponds to the average level of deviation from the norm. In the Zavodskiy area index of FA was 0.085, indicating a critical human pressure. FA Kommunar area ranged from 0.075, which also indicates a critical impact on the environment.

The level of FA oak usual indicates a violation of the morphological development of the leaf blade in the Zavodskiy area compared with Fr. Khortytsya - the differences were statistically significant and differed by 23.5%, indicating a significant human pressure in Zavodskiy area.

According to the research period, data were obtained on air quality in the city of Zaporizhzhya on such contaminants as dust, sulfur dioxide, carbon monoxide and nitrogen dioxide.

Correlation analysis, which was conducted between FA test sites and the concentration of carbon monoxide and sulfur dioxide in the air was 0.41 and 0.33, indicating a weak dependence of these two parameters. Correlation analysis between FA and nitrogen dioxide and dust (suspended solids) was 0.99 and 0.86, respectively, indicating a close correlation between variations in the morphological development of leaf plates and stained according to the substances. Thus, the oak was the most sensitive to nitrogen dioxide and less sensitive to sulfur dioxide.

Thus, even in the face of. Khortytsya condition of trees can not be considered satisfactory. According to the correlation analysis, it was found that the relationship between individual morphological parameters of oak leaves and the level of FA was observed (not exceeding weak positive connection). However, there is a relationship between the FA and individual air pollutants. In the future, be extended area of research and to analyze the level of pollution as tree plantations.

According to studies, air quality in Zaporozhye can not be considered satisfactory

Key words: oak, bioindication, FA, feature, morphometric parameters.

ВСТУП

Зараз значна кількість екосистем знаходяться під потужним антропогенним впливом, який призводить до їх кризового стану. Масштаби змін умов навколишнього середовища виявляються більшими за сформовані адаптаційні властивості організмів [1].

Завдяки потужному промисловому потенціалу, який зумовлений наявністю та концентрацією підприємств чорної і кольорової металургії, теплоенергетики, атомної енергетики, хімії, машинобудування, Запорізька область є безперечним лідером за рівнем забруднення повітря. Розвиток обласного центру складався таким чином, що промислові підприємства, чисельні котельні, які працюють на газі, рідкому і твердому паливі, розташовували в безпосередній близькості від житлової забудови міста. Щороку в атмосферу Запорізької області викидається 350 тонн забруднювачів, із яких 230 тонн припадає на стаціонарні, імпульсні джерела і 120 тонн – на автотранспортний сектор [2]. Тому виникає необхідність моніторингового спостереження як за окремими показниками, так і станом довкілля в цілому.

Методи фітоіндикації широко використовують у системі моніторингу. Вони суттєво відрізняються від інших методів дешевизною й можливістю одночасно охопити великі території, що підлягають індикації, а також відносною простотою інтерпретації. Також ці методи дозволяють надавати оцінку тим впливам, які під час спостереження мають нульову активність [3].

Кожний вид рослин, крім особливостей розвитку, розповсюдження, структури популяції, характеризується специфікою екології, яка визначає його відносини з іншими видами в

природі. Тому для подібного моніторингу надзвичайно важливим є дотримання наступних умов:

- 1) негативний вплив повинен призводити до помітної реакції рослини на забруднення повітря;
- 2) ефекти впливу повинні добре відтворюватися при використанні рослин генетично подібних популяцій, що гарантує репрезентативність результатів;
- 3) ефекти впливу повинні характеризуватися специфічними симптомами, властивими впливу індивідуальних забруднюючих речовин;
- 4) рослини повинні бути дуже чутливими навіть до надзвичайно низьких концентрацій забруднюючих повітря речовин;
- 5) рослини повинні добре рости й бути стійкими до захворювань або негативного впливу комах [4].

Останнім часом значного розповсюдження в біоіндикаційних дослідженнях набуває використання флуктуючої асиметрії (ФА) – невеликих неспрямованих відмінностей між правою і лівою (R - L) сторонами різних морфологічних структур. З безлічі форм асиметрії білатеральних ознак живих організмів особливо виділяється флуктуюча асиметрія, яка дозволяє оцінити нестабільність розвитку цілого організму або його частини. Більшість авторів пропонує вважати визначення ФА одним із морфологічних методів оцінки стану і динаміки біосистем, а сам показник ФА – індексом стабільності розвитку організму [5].

Одним із поширених деревних рослин у Запорізькому регіоні є дуб звичайний (*Quercus robur*). Також ця рослина активно використовується в озелененні міста й широко представлена в парковій зоні територій з різним рівнем антропогенного навантаження [6].

Актуальним є пошук сучасних методів оцінки стану довкілля, зокрема атмосферного повітря у містах із значним антропогенним навантаженням. У таких промислових центрах як м. Запоріжжя переважна більшість забруднювачів надходить до атмосферного повітря, через що його стан вимагає особливої уваги з боку екологів. Використання фізико-хімічних методів для визначення окремих показників довкілля не надає узагальненої уяви про стан середовища в цілому та його вплив на організм. Тому виникає необхідність пошуку відносно дешевих надійних та швидких методів оцінки атмосферного повітря в сучасних містах.

Тому доцільним є аналіз можливості використання флуктуючої асиметрії дубу звичайного в біоіндикаційних дослідженнях стану атмосферного повітря в м. Запоріжжя.

Метою роботи було визначення можливості використання дубу звичайного в біоіндикаційних дослідженнях стану стану довкілля на територіях з різним ступенем антропогенного навантаження.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Дослідження проводилися на базі лабораторії ЗНУ біологічного факультету. Ми провели порівняльну характеристику листових пластинок дуба звичайного, які росли в різних екологічних системах. Збір матеріалу проводився в польовий період 2013 року. Досліджуваний матеріал був відібраний з трьох точок: о. Хортиця, Заводський та Комунарський райони м. Запоріжжя.

Збір листових пластинок дуба звичайного проводився шляхом ручного збирання. Кожна вибірка включала в себе 100 листів (по 10 листків із 10 рослин з відповідної точки досліджень) [5].

Для оцінки величини ФА листової пластинки дуба звичайного використовувався стандартний набір з 5-ти морфологічних ознак (рис. 1):

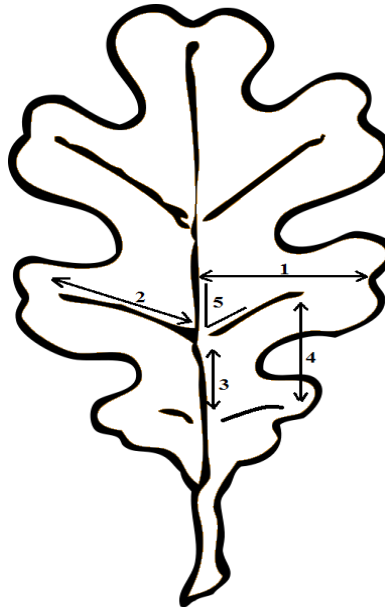


Рисунок 1 – Схема морфологічних показників для оцінки стабільності розвитку дуба звичайного.

1 – ширина половини листка; 2 – довжина другої від основи листка жилки другого порядку; 3 – відстань між основами першої та другої жилок другого порядку; 4 – відстань між кінцями цих жилок; 5 – кут між головною жилкою та другою від основи листка жилкою другого порядку.

Стабільність розвитку оцінювали за рівнем флуктуючої асиметрії. Цей показник являє собою відхилення від симетричної побудови листка – різниці значень будови листка від центральної жилки ліворуч і праворуч. Інтегральним показником стабільності розвитку для комплексу розрахункових ознак є середня частота асиметричного прояву на ознаку. Цей показник розраховують як середнє арифметичне числа асиметричних ознак у кожній особини відносно числа аналізованих ознак. У цьому випадку не враховується величина відмінності між сторонами, а лише сам факт асиметрії. За рахунок цього усувається можливий вплив окремих випадків, що сильно відхиляються від загальної сукупності даних [7].

Математична обробка результатів здійснювалася за Г.Ф. Лакіним [8]. Нормальність отриманих даних визначали за тестами Жака-Бера та Шапіро-Вілкоксона.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Нами було встановлено, що тести для нормальності Жака-Бера та Шапіро-Вілкоксона морфометричних показників листків дубу звичайного в усіх районах дослідження відповідають нормальному розподілу (табл. 1). Тому для аналізу цих даних можна використовувати параметричну статистику.

Таблиця 1 – Тести нормальності для дослідних параметрів листової пластини

№	Досліджувана ділянка	Жак-Бера тест для нормальності	Шапіро-Вілкоксона тест для нормальності
1	о. Хортиця	+	0,9170, p=0,4634
2	Заводський р-н	+	0,9637, p=0,6871
3	Комунарський р-н	+	0,9265, p=0,5049

На території о. Хортиця середні значення ширини половини листка лівого боку перевищують значення правого боку на 11,1%; довжина другої від основи листка жилки другого порядку правого боку більша за лівий бік на 25%; відстань між основами першої та другої жилок другого порядку лівого боку більша за правий бік на 13,3%; відстань між кінцями першої та другої жилок другого порядку лівої сторони більша від правої сторони на 11,5%; кут між головною жилкою та другою від основи листка жилкою другого порядку правої сторони більший від лівої сторони на 1,4% (табл. 2).

Таблиця 2 – Морфометричні показники листків дуба звичайного на о. Хортиця

Показник							
№	Бік	$\bar{X} \pm S_x$	Min	Max	Ексцес	Асиметричність	Cv, %
1	лівий	2,7± 0,02	1,4	4,2	-0,87	1,3784	21,0
	правий	2,4± 0,03	1,3	3,9	-0,83	1,3577	20,3
2	лівий	1,8± 0,12	0,6	2,6	0,19	0,69172	22,2
	правий	2,4± 0,02	0,8	3,9	1,14	-0,3423	19,4
3	лівий	1,5± 0,11	1,0	2,3	-1,44	2,0391	19,2
	правий	1,3± 0,18*	0,7	2,1	-1,61	1,5019	13,6
4	лівий	2,6± 0,04	1,5	4,0	-0,64	0,4378	15,9
	правий	2,3± 0,03	1,3	3,4	-1,11	0,6335	21,5
5	лівий	54,5± 4,40	40,0	76,0	1,12	0,9013	24,2
	правий	55,3± 3,00*	44,0	75,0	0,96	-0,6188	21,8

Коефіцієнт варіації за всіма параметрами коливався у межах 13 – 25%. На о. Хортиця за всіма параметрами, окрім другого показника і останнього спостерігається від'ємна величина ексцесу. Це свідчить про наявність у виборці більшості крайніх величин, ніж середніх. Від'ємна величина асиметричності спостерігається лише за довжиною другої від основи листка жилки другого порядку та кутом між головною жилкою та другою від основи листка жилкою другого порядку. Це означає, що у цих випадках кількість дрібних листків переважає над великими.

Досліджуючи морфометричні показники дуба звичайного у Заводському р-ні (табл. 3) було встановлено наступні результати. Ширина половини листка правого боку більша за лівий бік на 8,5%; довжина другої від основи листка жилки другого порядку лівого боку більша за правий бік на 18,1%; відстань між основами першої та другої жилок другого порядку лівого

боку більша за правий бік на 22,9%; відстань між кінцями першої та другої жилок другого порядку правого боку більша за лівий на 17,4%; кут між головною жилкою та другою від основи листка жилкою другого порядку лівого боку більший від правого боку на 9,8%.

Таблиця 3 – Морфометричні показники листків дуба звичайного у Заводському р-ні

Показник							
№	Бік	$\bar{X} \pm S_x$	Min	Max	Ексцес	Асиметричність	Cv, %
1	лівий	2,47± 0,08	1,3	3,9	-0,36	0,2127	13,6
	правий	2,68± 0,07*	1,6	4,1	-0,29	0,1738	19,4
2	лівий	2,47± 0,07	1,2	3,9	-1,09	0,3276	20,3
	правий	2,09± 0,08	0,9	3,6	-1,08	0,4182	19,2
3	лівий	1,74± 0,05	1,0	2,6	-0,56	0,2233	21
	правий	1,34± 0,04**	0,4	2,1	-0,16	-0,0751	22,2
4	лівий	2,01± 0,10	0,3	3,7	-1,17	-0,0552	21,5
	правий	2,36± 0,12**	0,5	4,0	-0,75	-0,3867	15,9
5	лівий	51,3± 2,61	36,0	62,0	0,87	-0,4741	24,2
	правий	46,7± 2,50*	35,0	58,0	-0,47	0,0913	21,8

У Заводському р-ні від'ємний показник ексцесу спостерігається за всіма параметрами. Коефіцієнт варіації коливався приблизно в таких саме межах, як і в попередньому районі досліджень. Від'ємний показник асиметрії спостерігався за всіма параметрами окрім ширини половини листка та довжини другої від основи листка жилки другого порядку.

Аналіз морфометричних показників листків дуба звичайного (табл. 4) у Комунарському районі показав, що ширина половини листка правого боку більша за лівий бік на 8,8%; довжина другої від основи листка жилки другого порядку лівого боку більша за правий бік на 10,9%; відстань між основами першої та другої жилок другого порядку лівого боку більша за правий бік на 23,7%; відстань між кінцями першої та другої жилок другого порядку правого боку більша за лівий на 6%; кут між головною жилкою та другою від основи листка жилкою другого порядку лівого боку більший від правого боку на 11,9%.

Нами було встановлено, що на о. Хортиця показник ФА становить 0,065, що відповідає балу ІІІ – середній рівень відхилення від норми (табл. 5). Інтегральний показник асиметрії у другій точці становить 0,085, що відповідає балу ІV – значні відхилення від норми. Інтегральний показник асиметрії у третій точці становить 0,075, що відповідає балу ІV – значні відхилення від норми. ФА₁ виявився достовірно меншим за ФА₂ на 23,5% а за ФА₃ менший на 11,8% (рис. 2).

Таблиця 4 – Морфометричні показники листків дуба звичайного у Комунарському р-ні

Показник							
№	Бік	$\bar{X} \pm S_x$	Min	Max	Ексцес	Асиметричність	Cv, %
1	лівий	2,82±0,08	1,3	4,3	0,33	0,0447	21,0
	правий	3,07±0,09**	1,5	4,4	-0,47	-0,1698	20,3
2	лівий	2,23±0,08	1,3	3,5	-1,20	0,4215	21,8
	правий	2,01±0,07**	1,0	3,2	-1,14	0,2690	13,6
3	лівий	1,81±0,05	1,2	2,6	-1,60	0,4312	19,2
	правий	1,38±0,03	0,4	2,3	-0,22	0,2613	24,2
4	лівий	2,14±0,06	0,8	3,4	-1,37	0,0960	22,2
	правий	2,27±0,08*	0,9	3,5	-1,33	0,0402	15,9
5	лівий	51,4±2,37	46,0	61,0	1,27	1,0281	21,5
	правий	45,9±1,39**	41,0	53,0	-0,46	0,2993	19,4

Таблиця 5 – Параметрична статистика пунктів дослідження для ФА

Показник	Інтегральний показник ФА		
	О. Хортиця	Заводський р-н	Комунарський р-н
Параметр			
$\bar{X} \pm S_x$	0,065±0,004	0,085±0,007*	0,075±0,005
Cv, %	25,42	23,02	29,31

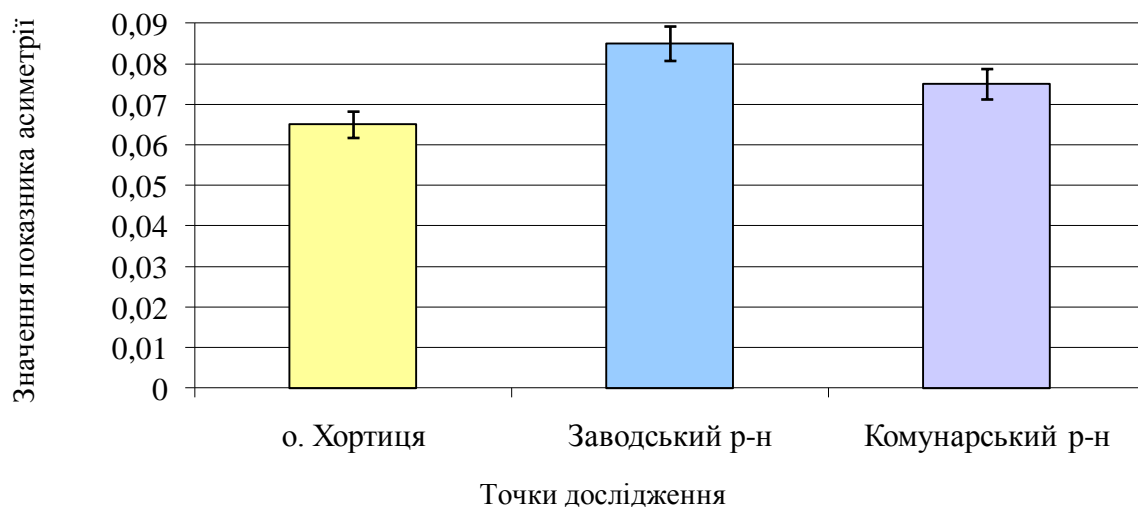
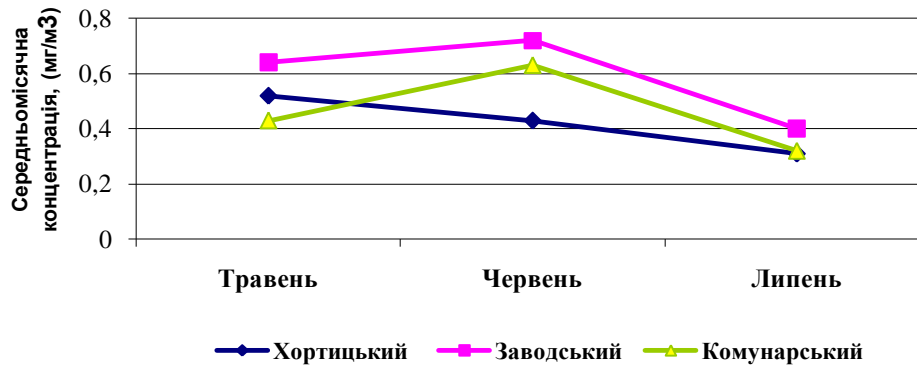


Рисунок 2 – Інтегральний показник асиметрії дослідних територій

За дослідний період були отримані дані про стан атмосферного повітря у місті Запоріжжя на такі забруднюючі речовини як пил, двоокис сірки, оксид вуглецю та двоокис азоту (рис. 3).

а)



б)

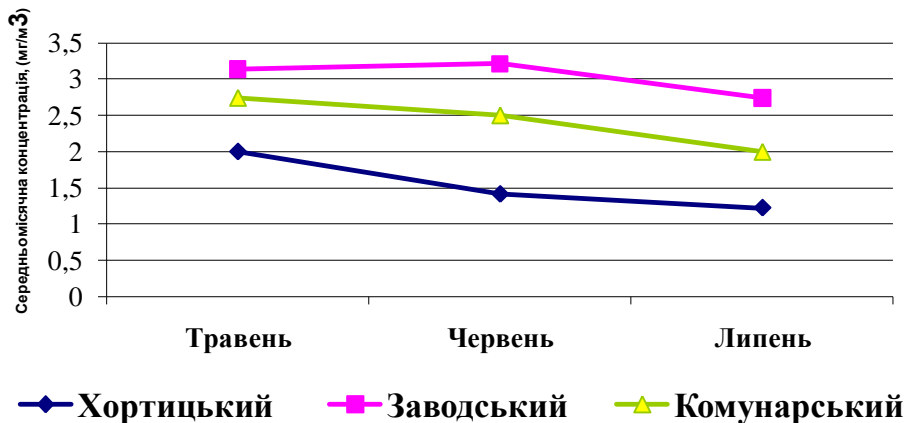


Рисунок 3 – Забруднення атмосферного повітря: а) забруднення атмосферного повітря оксидом вуглецю; б) забруднення атмосферного повітря двоокисом азоту

Кореляційний аналіз (табл. 6), який був проведений між ФА дослідних ділянок та концентрацією оксиду вуглецю і двоокисом сірки у повітрі становив 0,41 та 0,33, що вказує на слабку залежність цих двох параметрів. Кореляційний аналіз між ФА та двоокисом азоту і пилом (завислих речовин) становив 0,99 та 0,86 відповідно, що свідчить про тісний взаємозв'язок між відхиленнями у морфологічному розвитку листової пластини та ступенем забруднення даними речовинами. Таким чином, дуб звичайний виявився найбільш чутливим до дії двоокису азоту та найменш чутливим до двоокису сірки.

Таблиця 6 – Показник кореляції між ФА дослідних територій та забруднюючими речовинами

Параметр	Забруднююча речовина			
	Оксид вуглецю	Двоокис сірки	Пил (завислі речовини)	Двоокисом азоту
Показник кореляції R	0,41	0,33	0,86	0,99

Таким чином, навіть в умовах о. Хортиця стан дерев неможна вважати задовільним. Згідно кореляційного аналізу було встановлено, що залежності між окремими морфологічними параметрами листків дубу та рівнем ФА не спостерігається (не вище слабого позитивного зв'язку). Однак спостерігається залежність між ФА та окремими забруднювачами атмосферного повітря. У подальшому передбачається розширити район досліджень та здійснити аналіз рівня забруднення довкілля із станом деревних насаджень.

ВИСНОВКИ

1. Порівнюючи морфометричні показники листової пластинки дубу звичайного з умовним контролем за дослідними ділянками було встановлено, що найбільш достовірними виявилися третій та п'ятий параметри.
2. Встановлено, що інтегральний показник флуктуючої асиметрії на всіх дослідних ділянках є високий. Зокрема на о. Хортиця (умовний контроль) показник ФА становив 0,065, що відповідає середньому рівню відхилення від норми. У Заводському та Комунарському районах показник ФА склав 0,085 та 0,075 відповідно, що свідчить про критичне антропогенне навантаження.
3. За отриманими даними дуб звичайний виявився найбільш чутливим до дії двоокису азоту (0,99) та найменш чутливим до двоокису сірки (0,33).
4. Згідно проведених досліджень, стан атмосферного повітря в м. Запоріжжя неможна вважати задовільним, оскільки навіть в умовах умовного контролю спостерігається середній рівень відхилення від норми.

ЛІТЕРАТУРА

1. Білявський Г.О. Основи екології: навчальний посібник / Г.О. Білявський. – К.: Либідь, 2006. – 4 с.
2. Оцінювання екологічної ситуації у Запорізькій області. Стислий виклад звіту щодо оцінювання екологічної ситуації у Запорізькій області // Регіональне Врядування та Розвиток в Україні, 2006. – 3 с.
3. Ольхович О.П. Фітоіндикація та фітомоніторинг/ О.П. Ольхович, М.М. Мусієнко – Київ: Фітосоціоцентр, 2005 – 12 с.
4. Мелехова О.П. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование: учеб. пособие для студ. высш. учеб. Заведений / О.П. Мелехова, Е.И. Егорова, Т.И. Евсеева. – М.: Издательский центр «Академия», 2007. – С. 15-17.
5. Здоровье среды: методика оценки / [Захаров В.М., Баранов А.С., Борисов В.И. и др.]. – М.: Центр экологической политики России, 2000. – С. 36 – 41 с
6. Дуб обыкновенный / [Ярных Т.Г., Хохленкова Н.В., Чушенко В.Н., Буряк М.В.] // Режим доступа к статье http://oblepiha.com/lekarstvennyye_rasteniya/677-dub-obyknovennyu.html
7. Захаров В.М. Биотест: интегральная оценка здоровья экосистем и отдельных видов / В.М. Захаров, Д.М. Кларк. – М.: Московское отделение международного фонда "Биотест", 1993. – С. 27 – 30.
8. Лакин Ф.Ф. Биометрия: учебное пособие для биологических специальностей вузов / Ф.Ф. Лакин. – М.: Высшая школа, 1990. – 358 с.

REFERENCES

1. Belyavskaya G.O. Osnovy ekologii: Navchalnyi posibnuk / G.O. Belyavskaya. - K.: Lybed, 2006. - 4 s.

2. Otsenka ekologicheskoy situatsii v Zaporozhskoy oblasti. Kratkoe izlozhenie otcheta po otsenke ekologicheskoy situatsii v Zaporozhskoy oblasti // Regionalnoe upravlenie i razvitie v Ukraine, 2006. - 3 s.
3. Olhovich A.P. Fitoindikatsiya i fitomonitoring / A.P. Olhovich, M.M. Musienko - Kiev: Fitosotsiotsentr, 2005 - 12 s.
4. Melehova O.P. Biologicheskii kontrol okruzhayuschey sredy: bioindikatsiya i biotestirovanie: ucheb. posobie dlya stud. vyissh. ucheb. Zavedeniy / O.P. Melehova, E.I. Egorova, T.I. Evseeva. – M.: Izdatelskiy tsentr «Akademiya», 2007. – S. 15-17.
5. Zdorove sredy: metodika otsenki / [Zaharov V.M., Baranov A.S., Borisov V.I. i dr.]. – M.: Tsentr ekologicheskoy politiki Rossii, 2000. – S. 36 – 41
6. Dub obyiknovennyiy / [Yarnyih T.G., Hohlenkova N.V., Chushenko V.N., Buryak M.V.] // Rezhim dostupa k state http://oblepiha.com/lekarstvennye_rasteniya/677-dub-obyiknovennyiy.html
7. Zaharov V.M. Biotest: integralnaya otsenka zdorovya ekosistem i otdelnyih vidov / V.M. Zaharov, D.M. Klark. – M.: Moskovskoe otdelenie mezhdunarodnogo fonda "Biotest", 1993. – S. 27 – 30.
8. Lakin F.F. Biometriya: uchebnoe posobie dlya biologicheskikh spetsialnostey vuzov / F.F. Lakin. – M.: Vyisshaya shkola, 1990. – 358 s.

Рецензенти: Павленко А.І., д. пед. н., професор кафедри дидактики та методик навчання природничо-математичних дисциплін КЗ «Запорізький обласний інститут післядипломної освіти» ЗОР;
Дубова О.В., к.б.н., доцент кафедри садово-паркового господарства та генетики рослин ЗНУ.