

*В.В. Попович**Львівський державний університет безпеки життєдіяльності*

ЗАЛЕЖНІСТЬ ФЕРМЕНТНОЇ АКТИВНОСТІ КАТАЛАЗИ ВІД ВМІСТУ КРОХМАЛЮ В РУДЕРАЛЬНІЙ РОСЛИННОСТІ СМІТТЕЗВАЛИЩ

Постановка проблеми. Каталаза зосереджена в рослинних тканинах і є одним з найактивніших ферментів. Цей фермент було виявлено в мікротільцях (пероксисомах), що беруть участь у процесі фотосинтезу. Роль її полягає в забезпеченні киснем тих ділянок рослинних тканин, куди доступ кисню ускладнений. Каталаза також впливає на розвиток взаємовідношень між рослиною і патогенними мікроміцетами. Ураження рослин токсичними газами, солями, мікроміцетами, кліматопічними факторами, бактеріями викликають посилення генерації активних форм кисню. Каталаза на відміну від пероксидаз не потребує відновного субстрату для активності. Чим вища каталазна активність, тим вища газостійкість рослин. Низькі значення каталазної активності вказують на малу адаптивну здатність рослин до несприятливих умов середовища.

Антиоксидантні ферменти пероксидази і каталази можуть слугувати біохімічними маркерами стресового стану рослин. Визначення ферментів є надзвичайно складним аналітичним завданням, тому при екологічному моніторингу визначають не самі ферменти, а рівень їх активності стосовно швидкості протікання реакцій, які вони каталізують. Надзвичайно актуальним для забезпечення рівня екологічної безпеки є вивчення активності каталази на сміттєзвалищах.

Мета. Метою роботи є вивчення ферментної активності каталази у рослинності сміттєзвалищ залежно від середовища розвитку.

Методи. У роботі використано фізіологічні, хімічні методи та методи логістичних побудов.

Результати. З метою встановлення стійкості рослин сміттєзвалищ до посухи нами визначався рівень крохмалю в їх організмі. Порівнювали рослини різних видів, які ростуть на поверхні сміттєзвалища, біля підніжжя та на відстані 300 м від підніжжя (контроль). На підставі досліджень вмісту крохмалю встановлено, що найбільш посухостійкими видами, які розвиваються на сміттєзвалищі та у зоні його впливу, є лобода міська, полин звичайний та полин гіркий. Найменше проявляють тенденцію до накопичення крохмалю лопух великий та подорожник великий. З огляду на показники посухостійкості також можна зробити висновок, що найбільш несприятливим місцезростанням для рослинності є підніжжя сміттєзвалищ. Найвагомим негативним чинником біля підніжжя сміттєзвалищ є стоки зі звалищ та випаровування фільтраційних вод. Значення посухостійкості рослин та ферментної активності каталази за умовами місцезростань мають взаємовплив. Використавши кореляційний аналіз виявлено, що на поверхні сміттєзвалища рівень крохмалю у рослинності не впливає на каталазну активність досліджуваної рослинності (коефіцієнт кореляції низький та дорівнює 0,35). Це пояснюється невисоким рівнем токсикантів у едафотоплах та повітрі і, як наслідок, низьким впливом на біоту. Наведено результати досліджень ферментної активності каталази в рудеральній рослинності сміттєзвалищ. Найвищу активність каталази має лобода міська. Найнижчу активність каталази мають лопух великий та подорожник великий. Найбільш несприятливим для розвитку рослинності є підніжжя сміттєзвалищ. Встановлено, що активність каталази залежить від вмісту крохмалю у кореневищах. Чим вищий рівень крохмалю, тим більше рослина опирається небезпечним чинникам сміттєзвалищ.

Висновки. При дослідженні ферментної активності каталази рудеральної рослинності різних ділянок сміттєзвалищ встановлено, що її рівень залежить від вмісту крохмалю у кореневищах. Чим вищий рівень крохмалю, тим більше рослина стійка до згубних чинників сміттєзвалищ (посуха, продукти горіння, активність мікроміцетів, токсичні гази розкладу сміття, життєдіяльність патогенних мікроорганізмів). Результати досліджень активності каталази рослинності сміттєзвалищ можуть бути використані при плануванні біологічного етапу рекультивації та фітомеліорації сміттєзвалищ.

Ключові слова: фермент, каталаза, посухостійкість, крохмаль, рослинність, сміттєзвалище, екологічна безпека.

Постановка проблеми. Каталаза зосереджена в рослинних тканинах і є одним з найактивніших ферментів. Цей фермент було виявлено в мікротільцях (пероксисомах), що беруть участь у

процесі фотосинтезу. Роль її полягає в забезпеченні киснем тих ділянок рослинних тканин, куди доступ кисню ускладнений. Каталаза також впливає на розвиток взаємовідношень між рослиною і пато-

генними мікроміцетами. Ураження рослин токсичними газами, солями, мікроміцетами, кліматопічними факторами, бактеріями викликають посилення генерації активних форм кисню. Тканини, пошкоджені внаслідок оксидативного стресу, як правило, містять підвищені кількості малонового діальдегіду [1] та характеризуються підвищеним рівнем виділення етилену [2]. Рослина внаслідок підвищення вмісту активних форм кисню та перекису водню знешкоджує патогенний вплив [3-6]. Реакція посилення утворення активних форм кисню призводить до збільшення активності антиоксидантних ферментів – каталази та пероксидази [4, 7]. Каталаза на відміну від пероксидази не потребує відновного субстрату для активності [8]. Чим вище каталазна активність, тим вища газостійкість рослин [9]. Низькі значення каталазної активності вказують на малу адаптивну здатність рослин до несприятливих умов середовища.

Каталаза також впливає на розвиток взаємовідношень між рослиною і патогенними мікроміцетами. Деякі дослідники дійшли висновків, що каталаза формує механізми стійкості рослин озимої пшениці до *Fusarium graminearum* [10].

Автором [4] вивчалася зміна активності антиоксидантних ферментів – пероксидази і каталази при інфікуванні штамом *H. annosum* проростків *P. sylvestris* і *P. pallasiana* на 4, 7 та 10 день. Визначено достовірне підвищення активності ферментів в інфікованих проростках *P. sylvestris* і *P. pallasiana*. Проростки *P. sylvestris* з насіння темного кольору проявили велику адаптаційну реакцію до ураження *H. annosum*. Проростки *P. sylvestris* з насіння світлого кольору і *P. pallasiana* виявилися найбільш чутливими до штаму *H. annosum*.

У роботі [11] досліджено роль каталази і супероксиддисмутази (СОД) у відповіді дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* на оксидативний стрес, індукований перексидом водню, в культурах, які досягли середини експоненційної фази росту. Показано, що за цих умов і відсутності цитозольної та пероксисомної форм каталази життєздатність дріжджів унаслідок дії на них перексиду водню істотно знижується. Показано, що за дії перексиду водню у клітинах дріжджів зростає активність обох форм каталази та Cu, Zn-вмісної СОД. Інгібітор синтезу білка – циклогексимід – блокує таку відповідь клітин дріжджів.

У науковій праці [12] встановлено зв'язок між вмістом перексиду водню й активністю каталази у коренях і пагонах паростків соняшника залежно від концентрації кадмію і свинцю у поживному середовищі. З'ясовано, що з віком зростає толерантність паростків соняшника до токсичної дії кадмію, на відміну від свинцю. Автори звертають увагу на те, що одним із типів пошкодження, спричинених важкими металами, є окси-

дативний стрес. Під час цього стресу, зокрема, утворюється супероксид аніону, який призводить до продукування гідроксильних радикалів та перексиду водню [13].

На підставі проведених досліджень [14] авторами встановлено, що зростання активності каталази та пероксидази є складовою антиоксидантного захисту, який гальмує акумуляцію перексиду водню і запобігає патологічним змінам у рослинах ріпаку за умови токсичного впливу іонів важких металів. За допомогою трептолему, що здатний активувати антиоксидантну систему, можна зменшити шкідливий ефект впливу іонів важких металів на рослини ріпаку.

Дослідженнями [15] виявлено вплив біогумусу на активність каталази в листі, коренях і зерні кукурудзи різних генотипів. Встановлено підвищення активності каталази у зерні кукурудзи лінії П-346 на 47–61 % у порівнянні з іншими штамми. Автори дійшли висновку, що каталаза, як досить чутливий фермент антиоксидантного захисту, реагує на зміни умов різкими коливаннями загальної активності, а зміни білкового синтезу впливають на зміну питомої активності ферменту.

Результати досліджень [16] показали, що в умовно чистому середовищі (контроль) активність каталази в листках рослин (липа дрібнолиста, береза повисла, верба біла, яблуня ягідна, клен, тополя чорна) нижча, ніж на забруднених ділянках (від 0,08 до 5,18±0,07 см³/г×хв). Мінімальною каталазною активністю протягом усього вегетаційного періоду на всіх ділянках характеризується клен ясенелистий (від 0,08±0,07 до 0,95±0,12 см³/г×хв). Активність каталази для більшості досліджуваних видів незалежно від умов зростання в червні і липні перебуває на стабільному рівні – від 6,28±0,07 до 7,16±0,07 см³/г×хв. До кінця вегетації відбувається зниження активності ферменту.

Антиоксидантні ферменти пероксидази і каталаза можуть слугувати біохімічними маркерами стресового стану рослин. Визначення ферментів є надзвичайно складним аналітичним завданням, тому при екологічному моніторингу визначають не самі ферменти, а рівень їх активності стосовно швидкості протікання реакцій, які вони каталізують [16]. Надзвичайно актуальним для забезпечення рівня екологічної безпеки є вивчення активності каталази на сміттєзвалищах.

Мета роботи. Метою роботи є вивчення ферментної активності каталази у рослинності сміттєзвалищ залежно від середовища розвитку.

Матеріали та методи. Нами досліджувалась активність каталази у рудеральній рослинності сміттєзвалищ, яка розвивається на поверхні сміттєзвалища, біля підніжжя та на відстані 300 м від підніжжя за методиками, які викладені у [17].

Порядок визначення активності каталази:

1. Складання дослідної установки для визначення активності каталази (рис. 1).

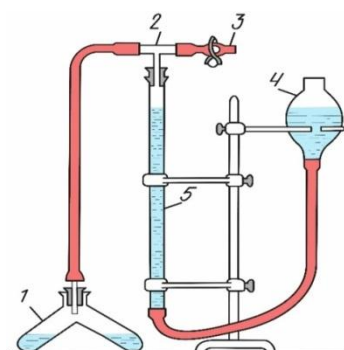


Рисунок 1 – Прилад для визначення активності каталази: 1 – каталазник; 2 – скляний трійник; 3 – вентиляльний затискач; 4 – скляна груша; 5 – бюретка на 50 мл. [17]

2. Наважку рослинного матеріалу (1 г) розтерли у фарфоровій ступці з 0,5 г крейди для створення слаболужного середовища, оптимального для дії каталази (рН=7,0–7,7).

3. Розтерту масу перенесли в каталазник, ступку промили водою, яку також злили в колбу.

4. На дно каталазника пінцетом поставили невеликий стаканчик, в який налили 2 мл 3%-го розчину пероксиду водню. Колбу закрили пробкою, з'єднаною через трійник із бюреткою.

5. Рівні в груші та бюретці виміряли, каталазник струснули так, що стаканчик перекинувся і його вміст змішався з рослинним матеріалом. Кисень, який виділюється в результаті реакції, знижує рівень води у бюретці. Кожну хвилину робили заміри. Дослід закінчили через 3 хвилини. Під час досліду каталазник в руках не тримали для запобігання неточності досліду внаслідок прогрівання повітря в ньому.

6. Об'єм витісненої води дорівнює об'єму кисню, який виділяється під час розпаду пероксиду водню під дією каталази дослідної рослинної тканини. За об'ємом кисню судили про ферментативну активність каталази.

7. Активність каталази розраховували за формулою (1):

$$A = \frac{V \cdot 60}{n \cdot t}; \quad (1)$$

де V – об'єм витісненої води, мл;

n – наважка, г;

t – час досліду, хв;

60 – коефіцієнт перерахунку, хв.

Повторюваність досліду – триразова.

З метою встановлення стійкості рослин сміттезвалищ до посухи ми визначали рівень крохмалю в їхньому організмі. Для цього використали такі матеріали та обладнання: листя рослин, які вирізняються посухостійкістю, спирт, розчин Люголя,

пінцет, хімічні стакани, чашки Петрі, вата. Порівнювали рослини різних видів, які ростуть на поверхні сміттезвалища, біля підніжжя та на відстані 300 м від підніжжя (контроль).

У сонячну погоду об 12 год 00 хв, коли у листках накопичується значна кількість крохмалю, зрвали із дослідних рослин 5-10 листів у межах дослідного майданчика. Потім залишили їх у затінку на 2 години. Далі кожен листок чи його частину (4-5 см) знебарвлюють спиртом та визначають вміст крохмалю дією розчину Люголя. Результати (середнє арифметичне) виражали у балах: 1 – крохмаль відсутній; 2 – крохмаль виявлено; 3 – значний вміст крохмалю.

Результати та обговорення досліджень.

Найменший об'єм витісненої води в бюретці за умовами місцезростань спостерігається у фрагментах рослинності, яка відібрана із поверхні сміттезвалища. Серед видового складу найбільше виділяє кисню (і як наслідок витісняє воду у бюретці) лобода міська (за 1 хв – 8 мл; за 2 хв – 9 мл; за 3 хв – 10 мл.), а найменше – лопух великий та подорожник великий (за 3 хв по 3,6 мл і 3,8 мл відповідно) (рис. 2).

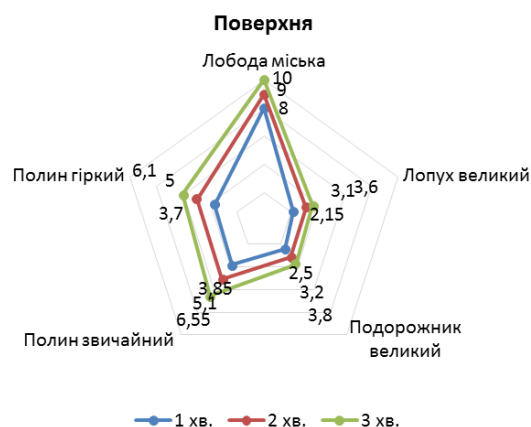


Рисунок 2 – Об'єм витісненого повітря за 3 хв з участю рослинних зразків, які відібрані на поверхні сміттезвалища, мл

Найбільше витіснення води у бюретці належить рудеральним видам, які набули розвитку біля підніжжя сміттезвалища. Серед цих видів найвищий показник виділення кисню належить лободі міській та становить 11 мл за 3 хв. На цій ділянці решта видів мають також високі показники: полин гіркий – 8 мл за 3 хв; полин звичайний – 8,25 мл за 3 хв; лопух великий – 4,15 мл за 3 хв; подорожник великий – 5,05 мл за 3 хв. Динаміку виділення кисню на цій ділянці наведено на рис. 3.

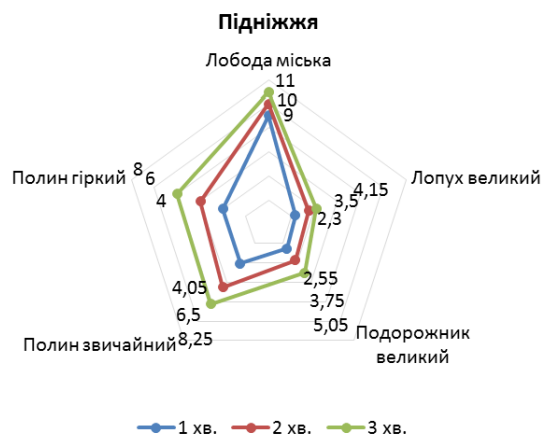


Рисунок 3 – Об'єм витісненого повітря за 3 хв з участю рослинних зразків, які відібрані біля підніжжя сміттєзвалища, мл

У радіусі 300 м від підніжжя сміттєзвалища динаміка виділення кисню за інтервал часу 1-3 хв найнижча з усіх видів досліджуваної рослинності. Проте загальний показник виділення кисню дещо збігається із показниками підніжжя (рис. 4).

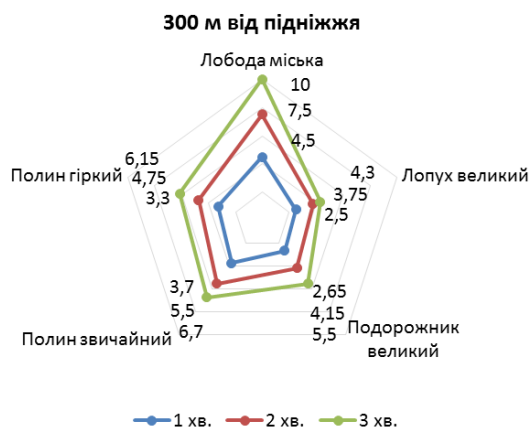


Рисунок 4 – Об'єм витісненого повітря за 3 хв з участю рослинних зразків, які відібрані у радіусі 300 м від підніжжя сміттєзвалища, мл

Використавши вищенаведену залежність та показники виділення кисню при протіканні реакції ми встановили активність каталази рудеральних видів на різних ділянках сміттєзвалища. Найвищу активність каталази має лобода міська (поверхня і відстань 300 м від підніжжя по 200 мл/(г·хв), підніжжя – 220 мл/(г·хв). Найнижчу активність каталази мають лопух великий (поверхня 72 мл/(г·хв), підніжжя – 83 мл/(г·хв), 300 м – 86 мл/(г·хв)) та подорожник великий (поверхня 76 мл/(г·хв), підніжжя – 101 мл/(г·хв), 300 м – 110 мл/(г·хв)). Якщо розглядати умови місцезростання, то найбільш несприятливим є підніжжя – усі досліджувані рослини проявили найвищу активність каталази саме на цій ділянці (рис. 5).

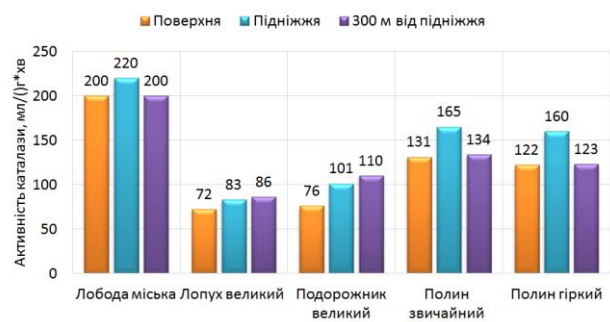


Рисунок 5 – Активність каталази рослинності сміттєзвалищ

Загальновідомо, що при впливі негативних чинників, таких як підвищені температури субстрату та приземного шару, посухи у рослинах гідролізується крохмаль, який міститься в кореневищах. Крохмаль, майже не використовується рослиною в процесі життєдіяльності при екологічно чистому довіллі. Посухостійкі рослини зберігають більш високу синтетичну здатність при впливі посухи та вміщують більше крохмалю аніж рослини із низькою стійкістю. Визначивши кількість крохмалю, яка залишилася у рослині, можна оцінювати посухостійкість виду.

Результати досліджень відтворили у вигляді діаграми (рис. 6).



Рисунок 6 – Вміст крохмалю в досліджуваних рослинах сміттєзвалищ (бали)

На підставі досліджень вмісту крохмалю встановлено, що найбільш посухостійкими видами, які розвиваються на сміттєзвалищі та у зоні його впливу, є лобода міська, полин звичайний та полин гіркий. Найменше проявляють тенденцію до накопичення крохмалю лопух великий та подорожник великий.

З огляду на показники посухостійкості також можна зробити висновок про те, що найбільш несприятливим місцезростанням для рослинності є підніжжя сміттєзвалищ. Найвагомим негативним чинником біля підніжжя сміттєзвалищ є стоки зі звалищ та випаровування фільтраційних вод.

Значення посухостійкості рослин та ферментної активності каталази за умовами місцезростань є взаємозалежними. Використавши кореляційний аналіз виявлено, що на поверхні сміттезвалища рівень крохмалю у рослинності не впливає на каталазну активність досліджуваної рослинності (коефіцієнт кореляції низький та дорівнює 0,35). Це пояснюється невисоким рівнем токсикантів у едафотопі та повітрі і, як наслідок, низьким впливом на біоту. Проте, біля підніжжя сміттезвалища, де нашими дослідженнями підтверджується найвищий техногенний пресинг, рівень крохмалю зростає та впливає на ферментну активність каталази (коефіцієнт кореляції високий та дорівнює 0,69). Така залежність спостерігається і на відстані 300 м від підніжжя сміттезвалища (коефіцієнт кореляції високий та дорівнює 0,7).

Висновки. При дослідженні ферментної активності каталази рудеральної рослинності різних ділянок сміттезвалищ встановлено, що її рівень залежить від вмісту крохмалю у кореневищах. Чим вищий рівень крохмалю, тим більше рослина протидіє пагубним чинникам сміттезвалищ (посуха, продукти горіння, активність мікроміцетів, токсичні гази розкладу сміття, життєдіяльність патогенних мікроорганізмів). Результати досліджень активності каталази рослинності сміттезвалищ можуть бути використані при плануванні біологічного етапу рекультивациі та фігомеліорації сміттезвалищ.

Список літератури:

1. Бакун В. Інтенсивність перекисного окиснення ліпідів у рослин соняшнику і ріпаку за дії трептолеми в умовах токсичного впливу іонів цинку та міді / В. Бакун, О. Пацула, О. Терек // Вісн. Львів. ун-ту. Сер. біол. – 2011. – №55. – С. 194–200.
2. Гуральчук Ж. З. Фітоотоксичність важких металів та стійкість рослин до їх дії / Ж. З. Гуральчук // – К.: Логос, 2006. – 208 с.
3. Максимов И. В. Про/антиоксидантная система и устойчивость растений к патогенам / И. В. Максимов, Е. А. Черепанова // Успехи современной биологии. – 2006. – Т. 126, № 3. – С. 250-261.
4. Чемеріс О. В. Зміна активності антиоксидантних ферментів в проростках *Pinus sylvestris* L. та *Pinus pallasiana* D.DON., інфікованих грибом *Heterobasidion annosum* (FR.) BREF. Вісник Донецького національного університету, Сер. А: Природничі науки. – 2008. – Вип. 2. – С. 322-325.
5. Omran R.G. Peroxide levels and the activities of catalase, peroxidase, and indoleacetic acid oxidase during and after chilling cucumber seedlings / R.G. Omran // Plant Physiol. – 1980. – V. 65. – P. 407-408.
6. The involvement of hydrogen peroxide in the differentiation of secondary walls in cotton fibers / T.S. Potikha, C.C. Collins, D.I. Johnson [and others] // Plant Physiol. – 1999. – V. 119. – P. 849-858.
7. Барабой В. А. Механизмы стресса и перекисное окисление липидов / В. А. Барабой // Успехи современной биологии. – 1991. – Т. 111, вып. 6. – С. 923-932.
8. Фізіологія рослин: практикум / О. В. Войцехівська, А. В. Капустян, О. І. Косик та ін. За заг.ред. Т. В. Паршикової – Луцьк: Терен, 2010. – 420 с.
9. Николаевский В. С. Экологическая оценка загрязнения атмосферного воздуха г. Кемерово методами фитоиндикации / В. С. Николаевский, О. А. Неверова // Экология, мониторинг и рациональное природопользование. – М.: МГУЛ, 2000. – С. 13-20.
10. Молодченкова О. О. Влияние салициловой кислоты и *Fusarium graminearum* на активность каталазы, содержание H₂O₂ и эндогенной салициловой кислоты в проростках пшеницы / О. О. Молодченкова // Физиология и биохимия культурных растений. – 2005. – Т. 37, № 1. – С. 58-65.
11. Байляк М. М. Участь каталази і супероксиддисмутази у відповіді *Saccharomyces cerevisiae* на дію пероксиду водню в експоненційній фазі росту / М. М. Байляк, Г. М. Семчишин, В. І. Луцук // Укр. біохім. журн. – 2006, – Т. 78, № 2. – С. 79-85.
12. Пацула О. Каталаза та адаптація рослин соняшника до токсичної дії кадмію та свинцю / О. Пацула, О. Демків // Вісник Львів. ун-ту. Серія біологічна. – 2003. – Вип. 34. – С. 225-230.
13. Polidoros A. N. Role of hydrogen peroxide and different classes of anti-oxidant in the regulation of catalase and glutathione-S-transferase gene expression in maize (*Zea mays* L.) / Polidoros A. N., Scandalois J. S. // Physiologia Plantarum. – 1999. – Vol.106. – P.112-120.
14. Гащишин В. Р. Вплив іонів цинку й міді та трептолеми на вміст пероксиду водню й активність каталази та пероксидази рослин *Brassica napus* L. / В. Р. Гащишин, О. І. Пацула, О.І. Терек // Укр. ботан. журн., 2012, т. 69, № 5. – С. 743-750.
15. Василюк О. М. Вплив біологічно активних речовин на активність каталази кукурудзи різних генотипів на фоні дії аценіту / О. М. Василюк, О. М. Вінниченко // Вісник Дніпропетровського університету. Біологія, екологія. – 2006. – Вип. № 14, Т.1. – С. 26-30.
16. Жакова С. Н. Изменение активности пероксидазы и каталазы в листьях древесных растений г. Перми / С. Н. Жакова, А. В. Каменева // V региональная молодежная школа-конференция "Химический анализ и окружающая среда": мате-

риалы докладов конференции / Перм. гос. нац. исследов. ун-т. – Пермь, 2013. – С. 45-49.

17. Практикум по физиологии растений / Н. Н. Третьяков, Т. В. Карнаухова, Л. А. Паничкин и др. – М.: Агропромиздат, 1990. – 271 с.

References:

1. Bakun, V., Patsula, O. & Terek, O. (2011). Intensity of peroxidation of lipids in sunflower and rape plants under the influence of treptolem under conditions of toxic influence of zinc and copper ions. *Vysn. Lviv. un-th. Biology*. 55. 194-200 (in Ukr.).

2. Guralchuk, Z. (2011). Phytotoxicity of heavy metals and plant resistance to their action. *Kyiv: Logos*. 208 (in Ukr.).

3. Maksimov, I. V., Cherepanova, E. A. (2006). Pro / antioxidant system and plant resistance to pathogens. *Succeeding in modern biology*. 126, 3. 250-261 (in Ukr.).

4. Chemeris, O. V. (2008). Change in the activity of antioxidant enzymes in *Pinus sylvestris* L. and *Pinus pallasiana* D.DON. Seedlings infected with *Heterobasidion annosum* (FR.) BREF. *Bulletin of the Donetsk National University. Natural sciences*. 2. 322-325 (in Ukr.).

5. Omran, R. G. (1980). Peroxide levels and the activities of catalase, peroxidase, and indoleacetic acid oxidase during and after chilling cucumber seedlings. *Plant Physiol*. 65. 407-408.

6. Potikha, T. S., Collins, C. C., Johnson, D. I. et al. (1999). The involvement of hydrogen peroxide in the differentiation of secondary walls in cotton fibers. *Plant Physiol*. 119. 849-858.

7. Baraboy, V. A. (1991). Mechanisms of stress and peroxide oxidation of lipids. *Advances in modern biology*. 111, 6. 923-932 (in Russ.).

8. Voitsekhivska, O.V., Kapustian, A.V., Kosik O.I. et al. (2010). Plant Physiology: workshop. Lutsk: Teren. 420 (in Ukr.).

9. Nikolaevsky, V. S., Neverov, O. A. (2000). Environmental assessment of atmospheric air pollution in the city of Kemerovo by phytodynamic

methods. *Ecology, monitoring and rational use of nature. Moscow: MGUL*. 13-20 (in Russ.).

10. Molodchenkova, O. O. (2005). Influence of salicylic acid and *Fusarium graminearum* on catalase activity, H₂O₂ content and endogenous salicylic acid in wheat seedlings. *Physiology and biochemistry of cultivated plants*. 37, 1. 58-65 (in Russ.).

11. Baylyak, M. M., Semchyshyn, G. M., Lushchak, V.I. (2006). Participation of catalase and superoxide dismutase in the response of *Saccharomyces cerevisiae* to the action of hydrogen peroxide in the exponential phase of growth. *Ukr biochemistry journ*. 78, 2. 79-85 (in Ukr.).

12. Patsula, O., Demkiv, O. (2003). Catalaza and adaptation of sunflower plants to the toxic effects of cadmium and lead. *Visnyk Lviv. un-th Biological series*. 34. 225-230 (in Ukr.).

13. Polidoros, A. N., Scandalos, J. S. (1999). Role of hydrogen peroxide and different classes of anti-oxidant in the regulation of catalase and glutathione-S-transferase gene expression in maize (*Zea mays* L.). *Physiologia Plantarum*. 106. 112-120.

14. Gashchyshyn, V. R., Patsula, O. I., Terek, O. I. (2012). Influence of zinc and copper ions and treptolem on the content of hydrogen peroxide and activity of catalase and peroxidase of plants *Brassica napus* L. *Ukr. botanist Zh*. 69, 5. 743-750 (in Ukr.).

15. Vasilyuk, O. M., Vinnichenko, O. M. (2006). Influence of biologically active substances on the activity of maize catalase of different genotypes on the background of action of actinite. *Bulletin of Dnipropetrovsk University. Biology, ecology*. 14, 1. 26-30 (in Ukr.).

16. Zhakova, S. N., Kameneva, A. V. (2013). Changes in the activity of peroxidase and catalase in leaves of woody plants in Perm. *V regional youth school-conference "Chemical analysis and environment": reports of the conference. Perm. state nats researches. un Perm*. 45-49 (in Russ.).

17. Tretyakov, N. N., Karnaukhova, T. V., Panichkin, L. A. et al. (1990). Workshop on plant physiology. *Moscow: Agropromizdat*. 271 (in Russ.).

DEPENDENCE OF THE ENZYME ACTIVITY OF CATALASE ON THE STARCH CONTENT IN RUDERAL VEGETATION OF LANDFILLS

Introduction. Catalase is concentrated in plant tissues. It is one of the most active enzymes. This enzyme was identified in microbodies (peroxisomes) involved in the photosynthesis. Its role is to provide with oxygen the parts of plant tissues that have complicated access to oxygen. Catalase also affects the development of relations between the plant and pathogenic micromycetes. The plants lesion with toxic gases, salts, micromycetes, climatological factors, and bacteria cause an increase in the generation of active forms of oxygen. Catalase, in contrast to peroxidase, does not require a reductive substrate for activity. The higher is the catalase activity, the gas-resistance of the plants increases. Low catalase activity indicates a small adaptive capacity of plants to severe environmental conditions.

The antioxidant enzymes of peroxidase and catalase can be a biochemical markers for the stress state of plants. Enzymes detection is an extremely complex analytical task, therefore during ecological monitoring not the enzymes presence is determined but the level of their activity in relation to the rate of reaction they catalyze. For environmental safety the investigation of catalase activity in landfills is extremely relevant.

Purpose. The purpose of the work is to investigate the enzyme activity of catalase in the vegetation of landfills depending on the environment.

Methods. Physiological, chemical methods and methods of logistic constructions are used in this paper.

Results. In order to determine the counteraction of landfill plants to drought, we determined the level of starch in their body. The plants of different species growing on the surface and at the foot of the landfill, and at a distance of 300 m from the foot (control sample) were compared. Based on the research of starch content it has been established that the most drought-resistant species growing on the landfill and in surrounding area are city goosefoot, the wormwood and absinthium. Great bur and greater plantain are tended to low starch accumulation. According to the indicators of drought tolerance, the most unfavorable location for vegetation is the foot of landfills. The most important negative factor at the foot of the landfill is the drainage from the landfill and the evaporation of the filtration water. The drought tolerance of plants and catalase enzyme activity depending on their location are mutually influential. Using a correlation analysis, it was found that the level of starch in vegetation on the surface of the landfill does not affect the catalase activity of the investigated vegetation (the correlation coefficient is low and equals 0.35). It is caused by the low level of toxicants in edaphotopes and air, and as a consequence, by a low impact on biota. The results of research of catalase enzyme activity in ruderal vegetation of landfills are presented. The highest catalase activity has city goosefoot. The lowest catalase activity has a great bur and greater plantain. The most unfavorable for vegetation development is the foot of landfill. It has been established that the catalase activity depends on the content of starch in rhizomes. The higher is the level of starch, the more the plant counteracts the hazardous factors of landfills.

Conclusions. During investigation of the catalase enzyme activity of ruderal vegetation in different areas of landfills, it was established that its level depends on the content of starch in rhizomes. The higher the level of starch, the more the plant counteracts the deleterious factors of landfills (drought, combustion products, micromycetes activity, toxic gases of wastes breakdown, activity of pathogenic microorganisms). The results of investigation of the catalase activity of vegetation in landfills can be used in planning the biological phase of reclamation and phytomelioration of landfills.

Key words: enzyme, catalase, drought tolerance, starch, vegetation, landfill, ecological safety.