

The water absorption of litter, roots population and general physical properties of soil under forest canopy of different ages and in the felling areas are considered. Changes in water regime of soil due to final harvest are analyzed.

Keywords: litter, root system, the physical properties of soil, permeability of soil, felling area, planting.

УДК 630*425:674.032

Ст. наук. співроб. В.П. Ворон, канд. с.-г. наук;
ст. наук. співроб. І.М. Коваль, канд. с.-г. наук – УкрНДІЛГА;
аспір. В.О. Леценко – Харківський НАУ ім. В.В. Докучаєва

ДИНАМІКА РАДІАЛЬНОГО ПРИРОСТУ СОСНИ ПІД ВПЛИВОМ ВИКИДІВ ЗМІЇВСЬКОЇ ТЕПЛОВОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ

Представлено аналіз динаміки стану соснових деревостанів, пошкоджених викидами Зміївської теплової електростанції (ЗТЕС) та радіального приросту дерев.

Ключові слова: викиди теплової електростанції, санітарний стан соснових насаджень, радіальний приріст дерев.

В Україні аеротехногенне забруднення становить реальну загрозу існуванню лісових екосистем, незважаючи на зменшення кількості промислових викидів в атмосферу в 90-ті роки майже удвічі. При цьому 29-33 % від загального об'єму викидів в атмосферу надходить від підприємств енергетики, а її внесок за оксидами сірки та азоту становить відповідно 63 і 57 % [8]. Це є наслідком використання більшістю теплових електростанцій низькосортного вугілля з високим вмістом золи та сірки. Недостатньо ще вивчено механізми саморегуляції деревостанів в умовах техногенного забруднення, зокрема відновні процеси в лісових екосистемах у разі зменшення обсягу викидів підприємствами.

Ця робота є продовженням циклу статей, присвячених дослідженням реакції соснових насаджень під впливом викидів найпотужнішої Зміївської теплової електростанції (ЗТЕС) на Харківщині [3, 4, 6].

Мета дослідження – вивчення змін санітарного стану та радіального приросту сосни на межі лісостепової та степової зон під впливом забруднення викидами Зміївської теплової електростанції (ЗТЕС), розташованої на відстані 50 км у південно-східному напрямку від Харкова в період найбільшого повітряного забруднення (1980-1995 рр.) та у період його зменшення майже удвічі (1996-2008 рр.).

Шість енергоблоків ЗТЕС введено в дію протягом 1960-1969 рр. Рівень викидів в атмосферу впродовж останніх двадцяти років перебуває в межах від 83 до 243 тис. т., а за останні п'ять років середньорічна величина викидів становить близько 111 тис. т. Клімат континентальний з середніми температурами січня -8°C , липня $+20^{\circ}\text{C}$, середньорічними сумами опадів – 500-570 мм. Головними несприятливими погодними умовами є посушливо-суховійні явища [10].

Дослідження радіального приросту сосни проводили в середньорічних чистих соснових деревостанах, що ростуть на дерново-опідзолених середньорозвинутих ґрунтах (ТУМ – B_2). Закладено постійні пробні площі (ППП), розташовані на різній відстані (4,5; 8,5; 10,5 та 13 (контроль) км) від ЗТЕС.

Оцінку стану дерев здійснювали згідно з методикою, розробленою лабораторією екології УкрНДІЛГА і вивчення радіального приросту проведено згідно загальноприйнятими дендрохронологічними методиками [2, 9, 11]. Дослідження реакції соснових насаджень на зміни рівня забруднення на фоні клімату проведено з використанням радіального приросту дерев у зв'язку з тим, що шари річної, пізньої та ранньої деревини акумулюють інформацію про зміни в довкіллі.

Стандартне відхилення (S) характеризує різномірність деревостану за приростом, за якому можна судити про ступінь об'єднання дерев в єдину стійку систему. Збільшення стандартного відхилення свідчить про процеси розпаду та подальшого відновлення структури деревостану. Відношення стандартного відхилення до середнього приросту (коефіцієнт варіації) показує частку аномальних складових приросту і характеризує зменшення структурної (механічної, структурно-ценотичної) стійкості дерев [1].

Дослідження впливу аеротехногенного забруднення на соснові насадження техногенної зони Зміївської ТЕС розпочато в середині вісімдесятих років [6]. І хоча на той час минуло майже 15 років після пуску цієї потужної електростанції завдяки високим трубам, які інтенсивно розсіювали викиди, що прилягають до Зміївської ТЕС, у лісових екосистемах відзначалися лише симптоми хронічного пошкодження сосни, які є наслідком постійної дії низьких концентрацій фітотоксикантів. Цей тип пошкодження має акумулятивний характер.

У період максимальної кількості викидів (1980-1995 рр.) (рис. 1), починаючи з 1992 р., дослідження деревостанів у техногенній зоні Зміївської ТЕС розпочалися на постійних пробних площах (ППП). Для цього періоду характерні максимальні обсяги викидів. Так, якщо протягом останніх двадцяти років ЗТЕС викидала в атмосферу 83-243 тис.т/рік, то максимальний обсяг припадає на 1984-1993 рр. – 216-243 тис.т/рік, зокрема: 81-102 попелу, 86-118 SO_2 і 26-40 тис.т/рік NO_x (рис. 1).

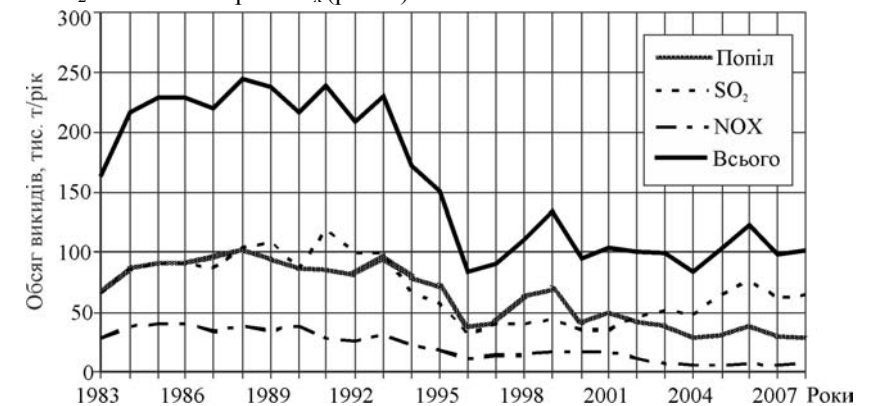


Рис. 1. Динаміка викидів Зміївської теплової електростанції

Динаміку санітарного стану насаджень під різним рівнем антропогенного навантаження представлено на рис. 2. До 1992 р. закономірностей за-

лежності індексу санітарного стану насаджень від відстані до джерела забруднення не спостерігається. Протягом 1993-1994 рр. така закономірність з'являється. У наступні роки спостережено погіршення стану пошкоджених викидами ЗТЕС насаджень, незважаючи на зменшення викидів майже вдвічі у 1996-2008 рр. на відміну від контрольного деревостану (рис. 1, 2).

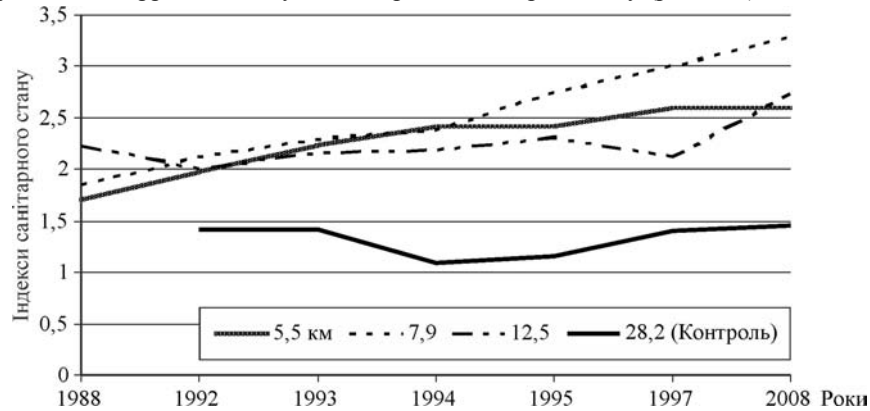


Рис. 2. Динаміка індексів санітарного стану деревостанів під впливом викидів ЗТЕС

Радіальний приріст сосни на всіх ППП розглянуто за період 1980-2008 рр. (рис. 3).

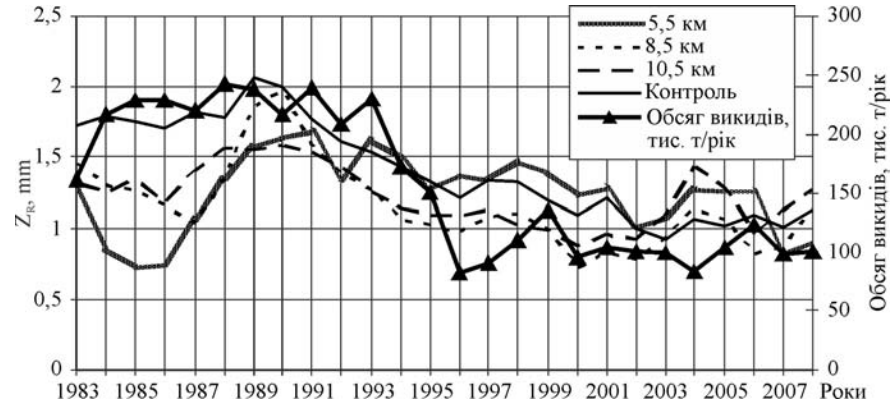


Рис. 3. Динаміка радіального приросту сосни в насадженнях, пошкоджених викидами ЗТЕС та обсягів викидів

Виділено два періоди розвитку деревостанів:

- 1980-1995 рр. характеризувалися стрімким збільшенням викидів ЗТЕС (150-238 т/рік), що призвело до значного зменшення величин деревних кілець (0,7-2 мм) на пошкоджених ППП та диференціації кривих приросту сосни залежно від відстані до джерела забруднення. Незначна кількість опадів протягом 1982-1985 рр. поглибила депресію приросту на всіх пошкоджених ППП (рис. 3, 4). Посухи 1990 та 1992 рр. призвели до відпаду дерев на ППП, найближче розташованій до ЗТЕС, що спричинило збільшення раді-

ального приросту в наступні 1993-2001 рр. завдяки збільшенню площ живлення дерев.

- 1996-2008 рр. характеризувалися стрімким зменшенням викидів (від 83 до 122 тис. т/рік). Величини деревних кілець перебувала в межах 0,7-1,4 мм. Повітряне забруднення прискорило вікове зменшення приросту, за винятком ППП, розташованої на відстані 5,5 км від ЗТЕС, де радіальний приріст перевищував приріст на контролі. На всіх інших ППП збереглася закономірність зменшення приросту залежно від відстані до джерела забруднення у 1996-2002 рр., яка у наступні 2003-2008 рр. зникла.

Було визначено загальні реперні роки (тобто роки мінімального та максимального приросту) для всіх ППП. Реперні роки з мінімальним радіальним приростом для всіх ППП встановлено у 1995, 2002 та 2007 рр. (приріст обмежувався посухами) (рис. 3, 4). Роки максимального приросту: 2001 та 2004 характеризувалися сприятливим співвідношенням тепла та вологи для росту дерев.



Рис. 4. Динаміка температур та опадів за даними Зміївської метеостанції

У насадженнях, ослаблених забрудненням, депресії приросту більш глибокі та тривалі, ніж на контролі. Так, якщо в ослаблених соснових деревостанах та контролі депресія приросту тривала переважно лише 1-2 роки, а потім приріст швидко відновлювався, то в сильно пошкодженому сосняку – 4-5 років. Найістотніше постраждало насадження, розташоване найближче до Зміївської ТЕС (рис. 3, 4) у 1983-1990 рр., що характеризувалося дуже низькими величинами приросту та їх незначною амплітудою коливань на відміну від інших деревостанів, зокрема пошкоджених, але меншою мірою.

Статистичний аналіз [5] абсолютних значень річних кілець засвідчив, що в період найбільшого аеротехногенного навантаження (211,7 тис. т/рік) на лісові екосистеми (1980-1995 рр.) спостерігається зменшення величин річних кілець з наближенням до джерела забруднення. Стандартне відхилення для вибірок величин річних кілець збільшується з наближенням до ЗТЕС. Середні значення величин річних кілець для пошкоджених деревостанів істотно відрізняються від відповідних даних на контролі (табл.).

Табл. Статистичні показники величин шарів річної, пізньої та ранньої деревини в різні періоди аеротехногенного навантаження на деревостани

Відстань від ЗТЕС, км	Середнє, мм та помилка середнього	Стандартне відхилення, S	Коефіцієнт варіації, V	Достовірність різниці	
				t фактичне	t теоретичне
Річна деревина					
1980-1995 рр.					
5,5	1,31 ^{±0,08}	0,32	24	4,5	3,7 _{0,01}
8,5	1,36 ^{±0,07}	0,27	20	4,86	3,7 _{0,01}
10,5	1,41 ^{±0,05}	0,20	14	4,59	3,7 _{0,01}
13,0	1,72 ^{±0,05}	0,19	11		
1996-2008 рр.					
5,5	1,21 ^{±0,05}	0,20	16	1,3	2,1 _{0,05}
8,5	1,21 ^{±0,04}	0,14	12	1,60	2,1 _{0,05}
10,5	1,09 ^{±0,05}	0,16	15	0,63	2,1 _{0,05}
13,0	1,12 ^{±0,04}	0,13	11		
Пізня деревина					
1980-1995 рр.					
5,5	0,47 ^{±0,04}	0,17	36	2,95*	2,8 _{0,01}
8,5	0,52 ^{±0,03}	0,11	23	2,62 ⁺	2,0 _{0,05}
10,5	0,49 ^{±0,02}	0,10	20	3,39*	2,8 _{0,01}
13,0	0,61 ^{±0,03}	0,10	17		
1996-2008 рр.					
5,5	0,45 ^{±0,05}	0,10	22	1,84	2,0 _{0,05}
8,5	0,36 ^{±0,02}	0,09	24	0,96	2,1 _{0,05}
10,5	0,41 ^{±0,03}	0,12	29	0,50	2,0 _{0,05}
13,0	0,39 ^{±0,02}	0,07	18		
Рання деревина					
1980-1995 рр.					
5,5	0,87 ^{±0,05}	0,22	25	3,9*	3,7 _{0,001}
8,5	0,84 ^{±0,05}	0,19	22	5,0**	3,7 _{0,001}
10,5	0,94 ^{±0,03}	0,13	14	4,2**	3,7 _{0,001}
13,0	1,11 ^{±0,03}	0,11	10		
1996-2008 рр.					
5,5	0,76 ^{±0,04}	0,14	18	0,47	2,1 _{0,05}
8,5	0,60 ^{±0,02}	0,09	15	3,5 ⁺	2,8 _{0,05}
10,5	0,69 ^{±0,01}	0,11	15	1,61	2,0 _{0,05}
13,0	0,74 ^{±0,03}	0,11	15		

У 1996-2008 рр. рівень викидів зменшився майже вдвічі порівняно з попереднім періодом (102,0 тис. т/рік). Чим менше стандартне відхилення величин річних кілець, тим стійкіше насадження [7].

Хоча істотних відмінностей між середніми значеннями величин річних кілець для пошкоджених насаджень та контролю не було виявлено, стандартне відхилення та коефіцієнт варіації свідчать про зменшення стійкості пошкоджених викидами ЗТЕС деревостанів. У насадженнях, ослаблених забрудненням, депресії приросту більш глибокі та тривалі, ніж на контролі. Найглибша депресія радіального приросту спостерігалася в деревостані, найближче розташованому до ЗТЕС у 1983-1990 рр., коли абсолютні значення шарів пізньої деревини перебувало в межах 0,19-0,66 мм (рис. 1).

Подібно річній деревині, величини шарів ранньої та пізньої деревини у 1980-1995 рр. зменшуються з наближенням до джерела забруднення, стандартне відхилення та коефіцієнт варіації – навпаки зменшуються, що свідчить про ослаблення деревостанів залежно від ступеня пошкодження. У 1996-2008 рр. немає чіткої залежності величин шарів ранньої та пізньої деревини від джерела забруднення, але стандартне відхилення та коефіцієнт варіації свідчать про те, що деревостан, який росте найближче до ЗТЕС, продовжує втрачати стійкість, незважаючи на зменшення обсягом викидів майже вдвічі за останні 13 років порівняно з попереднім 15-річним періодом.

Висновки. Незважаючи на значне зменшення рівня забруднення протягом останніх років (1995-2008 рр.), стан пошкоджених екосистем продовжує погіршуватися.

Динаміка радіального приросту сосни в техногенній зоні ЗТЕС лімітується дією комплексу негативних факторів, серед яких домінує значення належить аеротехногенному забрудненню. Депресії приросту поглиблюються несприятливими кліматичними факторами (посухами, низькими зимовими та ранньовесняними температурами). Негативна синергічна дія повітряного забруднення і посух на стан досліджуваних насаджень спостерігалася у 1972, 1975, 1995, 2002 та 2007.

Стандартне відхилення та коефіцієнт варіації можуть вважатися надійними чинниками, що характеризують стійкість деревостанів. Вони збільшувалися з наближенням до джерела забруднення. Найбільшою варіабельністю відзначилася пізня деревина, про що свідчать найбільші значення стандартного відхилення та коефіцієнта варіації для пошкоджених насаджень, на відміну від контрольного насадження.

Література

1. Арефьев С.П. Оценка устойчивости леса в дендрохронологических рядах / С.П. Арефьев // Проблемы взаимодействия человека и природной среды / С.П. Арефьев. – Тюмень : Изд-во ИПОС СО РАН, 2001. – С. 83-87.
2. Битвинкас Т.Т. Дендроклиматические исследования / Т.Т. Битвинкас. – Л. : Гидрометеиздат, 1974. – 170 с.
3. Ворон В.П. Вплив емісій Зміївської ДРЕС на компоненти лісової екосистеми / В.П. Ворон, М.А. Бондарук, С.П. Распоіна // Лісівництво і агролісомеліорація. – Харків : Вид-во РВП "Оригінал", – 1999. – Вип. 94. – С. 48-52.
4. Ворон В.П. Розвиток соснових деревостанів в умовах зниження аеротехногенного забруднення Зміївської ТЕС / В.П. Ворон., І.М. Коваль О.В. Леман., О.І. Воронцова, С.В. Зибцев // Наукові доповіді Національного аграрного університету. – К. : Вид-во НАУ. – 2006. – Вип. 103. – С. 24-33.
5. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – Изд. 5-е, [перераб. и доп.] / Б.А. Доспехов. – К. : Агропромиздат, 1985. – 351 с.
6. Зибцев С.В. Влияние загрязнения атмосферы выбросами тепловых электростанций на сосновые насаждения левобережья УССР : автореф. дисс. на соискание учен. степени канд. биол. наук: спец. 03.00.16 "Экология" / С.В. Зибцев. – Днепропетровск, 1990. – 18 с.
7. Мельникова О.Ю. Дендрохронология морозоопасных зим в лесостепи Западной Сибири: По данным изучения среднелинностойких древесных растений : дис. ... канд. биол. наук: спец. 03.00.16 – Экология (медицинские науки) / О.Ю. Мельникова. – Омск, 2004. – 135 с.
8. Охорона навколишнього природного середовища в Україні в 1994-1995 рр. – К. : Вид-во Раєвського, 1997. – 96 с.

9. Рекомендации по повышению устойчивости зеленых насаждений к техногенному загрязнению атмосферы выбросами аммиака, сернистого ангидрида, окислов азота в условиях лесной и степной зон Украинской ССР : метод. указания / П.С. Пастернак, В.П. Ворон, В.Г. Мазепа и др. – Харьков, 1987. – 16 с.

10. Физико-географическое районирование Украинской ССР / под ред. В.П. Попова, А.М. Маринича, А.И. Ланько. – К. : Изд-во Киев. ун-та, 1968. – 683 с.

11. Holmes, R.L. Tree ring chronologies of western North America: California, eastern Oregon and northern Great Basin, with procedures used in the chronology development work, including users manuals for computer programs COFECHA and ARSTAN. Chronology Series VI Laboratory of Tree-Ring Research / R.L. Holmes, R.K. Adams, H.C. Fritts. – Tucson : University of Arizona. – 1986.

Ворон В.П., Коваль И.М., Леценко В.О. Динамика радиального прироста сосны под влиянием выбросов Змиевской тепловой электростанции

Представлен анализ динамики состояния сосновых насаждений, поврежденных выбросами Змиевской тепловой электростанции и радиального прироста деревьев.

Ключевые слова: выбросы тепловой электростанции, санитарное состояние сосновых насаждений, радиальный прирост деревьев.

Voron V.P., Koval I.M., Leshenko V.O. Dynamics of pine radial growth under emissions of Zmiiv fuel-burning power plant

Analysis of state of the pine stands damaged with emissions of Zmiiv fuel-burning power plant and pine radial growth

Keywords: emissions of the fuel-burning power plant, sanitary state of pine stands, tree radial growth.

УДК 502.34

*Пров. наук. співроб. М.П. Козловський¹, д-р біол. наук;
аспір. І.П. Мацях², наук. співроб. В.І. Яворницький¹;
доц. В.О. Крамарець², канд. с.-г. наук*

УГРУПОВАННЯ БЕЗХРЕБЕТНИХ У БОРИНСЬКОМУ ЛІСОРОЗСАДНИКУ (ВЕРХНЬОДНІСТРОВСЬКІ БЕСКИДИ)

Подано результати вивчення ґрунтової мезофауни, мікроартропод, ґрунтових нематод на території Боринського лісорозсадника. Мульчування посівів ялиці лусочками шишок сприяє розвитку та збільшенню чисельності сапробіонтних видів (зокрема угруповань мікроартропод і фітонематод), і призводить до зменшення чисельності фітофагів. Покращення умов вирощування позитивно впливає на ріст і розвиток сіянців ялиці, зокрема на їх біометричні показники.

Ключові слова: лісові розсадники, ґрунтова мезофауна, мікроартроподи, ґрунтові нематоди.

Вступ. Всихання похідних ялиників на території Українських Карпат зумовлює потребу реконструкції цих лісостанів і створення на їх місці насаджень за типом корінних. Для виконання робіт з лісовідновлення необхідно збільшити обсяг вирощування високоякісного стандартного садивного матеріалу головних лісотвірних порід, зокрема ялиці, бука та їх супутників – явора, клена гостролистого та ін.

¹ Інститут екології Карпат, НАН України, м. Львів;

² НЛТУ України, м. Львів

З метою забезпечення садивним матеріалом лісгосподарських підприємств гірської частини Бескид було створено базисний розсадник на території Державного підприємства "Боринське лісове господарство". Поля розсадника розміщені на терасах, при нарізанні яких під час перемішання ґрунтові горизонти, внаслідок чого на поверхні опинився шар глини, який при пересиханні утворює щільну кірку, а за опадів затримує вологу. На терасах відсутній дренаж. Все це сприяє розвитку фітопатогенних грибів-збудників хвороб сіянців і саджанців. Водночас за зміни екологічних умов відбувається істотна трансформація угруповань ґрунтових безхребетних, які функціонально впливають на два основні процеси в екосистемах: розклад відмерлої органіки та продуктивність рослин шляхом живлення кореневими волосками [2].

Об'єкти та методика. Дослідження проводили у базовому розсаднику ДП "Боринське ЛГ" на ділянках, де вирощують дворічні сіянці ялиці. Для оцінки впливу різних технологій вирощування сіянців на склад ґрунтової мезофауни обліки та обстеження провели на двох полях:

1. *Поле на терасі*, під час формування якої на поверхню було піднято глинистий шар ґрунту. Тут здійснювали механічну підготовку ґрунту, вносили азотні добрива.
2. *Поле на терасі*. Для покращення властивостей ґрунту внесено торф. Здійснювали підготовку ґрунту, а також мульчування лусками шишок ялиці білої.

Облік ґрунтової мезофауни проводили методом пошарового викопування і ручного розбирання ґрунтових проб, мікроартропод за допомогою термoeлектратора, фітонематод – модифікованим лійковим методом Бермана [5]. Розбір зразків підстилки і вибірку тварин із неї здійснювали в лабораторних умовах за допомогою колонки ґрунтових сит. Первинну обробку тварин здійснювали згідно із загальноприйнятими у ґрунтовій зоології методиками. Для загальної характеристики нематодних угруповань використовували поділ фітонематод на трофічні групи за класифікацією G.W. Yeates, T. Bongers et al. [4].

Узагальнені показники потоку енергії через угруповання ґрунтових тварин отримували шляхом сумування цих показників у межах окремих трофічних груп ґрунтових безхребетних (фітофаги, сапрофаги, хижаки). Розрахунки в окремих трофічних групах виконували спочатку для таксономічних груп, з урахуванням розрахункових формул використання енергії окремими розмірними групами [3]. Крім цього, досліджували біометричні показники сіянців ялиці, вирощених із застосуванням мульчування і без нього. З цієї метою вимірювали довжину надземної частини, довжину кореня сіянців і діаметр кореневої шийки, зважували корінь, надземну частину і хвою. Результати досліджень обробляли за допомогою статистичних методів [1].

Результати досліджень. Угруповання ґрунтових безхребетних мезофауни розсадника дворічних сіянців ялиці білої має представників лише з 7 таксонів (табл. 1). На ділянці з природним ґрунтом трапляються дощові черви, хижі личинки комах, мурашки, імаго та личинки коваликів і гусениці совок. На ділянці з мульчуванням ґрунту з мезофауни виявлено лише дві таксономічні групи: дощові черви, та коротконадкрилі жуки (стафілініди).