

*Доц. І.Д. Іванюк канд. с.-г. наук – Малинський лісотехнічний коледж;
доц. Т.М. Іванюк, канд. с.-г. наук – Поліський національний університет*
doi: <https://doi.org/10.36930/42184405>

ДИНАМІКА ЕКОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ҐРУНТІВ У ПРОЦЕСІ ВІДНОВЛЕННЯ РОСЛИННОСТІ ДУБОВИХ ЛІСІВ ПОЛІССЯ УКРАЇНИ

Проведено дослідження щодо встановлення динаміки екологічних параметрів ґрунту методом фітоіндикації на основі повних геоботанічних описів у дубових насадженнях вологих сугурдів Полісся. В процесі досліджень аналізувалась динаміка: вологості ґрунту (Hd; режиму вологості ґрунту (fH); амплітуди кислотності ґрунту (Rc); амплітуди кількості карбонатів кальцію (Ca) та магнію (Mg); кількості мінерального азоту (Nt); аерованості ґрунту (Ae). Встановлено, що після суцільних зрубів показники ґрунтових параметрів змінюються, як в сторону збільшення так і в сторону зменшення. Основною причиною цього вірогідно є видалення едифікаційного ярусу - деревостану, який характеризується, у тому числі, значною поглинальною здатністю. Протягом процесу росту деревостанів, з віком, прослідковується чітка тенденція до повернення рівня ґрунтових показників до вихідних значень, які характерні для стиглих субклімаксових насаджень дуба звичайного. Такий процес, у дубових насадженнях, розпочинається після змикання крон та утворення власного намету. Більшість ґрунтових показників, у балах, характеризувались вузьким діапазоном значень. Загалом, отримані дані щодо фітоіндикації екологічних параметрів місце оселень вказують на наявність в умовах вологих сугурдів Полісся чітко вираженого тренду після проведення суцільних рубок у процесі відновлення біорізноманіття дубових насаджень.

Ключові слова: зруб, вологість ґрунту, кислотність ґрунту, карбонати Ca та Mg, мінеральний азот, аерованість ґрунту, вологий сугруд.

Постановка проблеми. Після проведення суцільно-лісосічних рубок головного користування у насадженнях дуба звичайного відбуваються суттєві зміни в екологічних параметрах ґрунтів, у тому числі, у численних показниках та режимі їх вологості. Такий процес пов'язаний зі змінами, які відбуваються у рослинному покриві, лісовій підстилці та у верхньому шарі ґрунту.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Загальновідомо, що рослинний покрив виступає індикатором екологічних характеристик місцеоселень, на що вказували численні дослідники (Розенберг Г.С., 1976), Цыганов Д.Н, 1983), Дидух Я.П., Емшанов Д.Г., Школьников Ю.А., 1997), Ведмідь М. М., Шкудор В. Д., Бузун В. О., 2008). Для оцінки показників екологічних параметрів ґрунту, як правило, використовувався весь видовий склад фітоценозу (Дідух Я.П., Плюта П.Г. 1994). Екологічний вплив суцільних рубок на лісові екосистеми бореального типу проаналізували канадські дослідники (Keenan & Kimmins, 1993) – на мікроклімат, водний баланс, фізичні, фізико-хімічні та агрохімічні властивості ґрунтів, цикли елементів живлення, біорізноманіття рослин та тварин.

Для лісів Північної Америки наведено дані, що на зрубках видалення едифікаційного ярусу – деревостану та залишення порубочних решток зумовлює зростання рН, доступності кальцію, магнію, калію та мінералізацію азоту (Palvainen M., Finer L., Kurka A.-M., 2004). Фінські дослідники вивчали баланс головних елементів живлення у різних горизонтах ґрунтів на суцільних зрубках хвойних лісів. Продемонстровано, що у ілювіальний горизонт в перший рік після рубки вмивається значна кількість вуглецю, фосфору, калію, а азот і кальцій – вимиваються у нижчі горизонти ґрунту (Pagony H., 1992).

Мета, завдання та методи дослідження. Дослідження були спрямовані на вивчення динаміки основних екологічних параметрів едотопів у процесі відновлення рослинності дубових лісів після суцільно-лісосічних рубань через фітоіндикацію ґрунтових параметрів. З цією метою було проведено повні геоботанічні описи динамічних рядів рослинності на основі яких виконана бальна оцінка екологічних факторів для умов сугурдів Полісся.

Фітоіндикацію екологічних умов у материнських насадженнях, на зрубках та у лісових культурах дуба різного віку проводили за методикою, розробленою Я. П. Дідухом, П. Г. Плютою, (1994) з використанням розробленої ними програми синфітоіндикації «Sphyt». Кількісні значення балів досліджених екологічних параметрів для кожного виду взято з монографії Дідуха Я. П. (Diduch Ya.P., 2011), саме на їх основі розраховували бали екологічних параметрів для кожного конкретного геоботанічного опису та провели узагальнення.

Результати досліджень. Аналіз динаміки ґрунтових параметрів було розпочато із розгляду режиму вологості та його рівня, як суттєвих чинників забезпечення нормального росту дубових насаджень. Отримані результати показують, що у вологих сугрудах вологість ґрунту (H_d) характеризується вузьким діапазоном балів – від $10,30 \pm 0,12$ у 90 років до $10,80 \pm 0,20$ у 2 роки. Даний факт свідчить про формування, в даних умовах, від субмезофітних лісо-лучних екотопів до мезофітних свіжих лісо-лучних екотопів з повним промочуванням кореневмісного шару ґрунту. У материнських 120-річних насадженнях величина H_d дорівнювала $10,40 \pm 0,12$ бали, зростаючи до $10,70 \pm 0,15$ бали на 1-річних зрубках та до $10,80 \pm 0,20$ у 2-річних рослинних угрупованнях. Причинами цього є видалення деревостану, який характеризувався значною потужністю поглинання води з ґрунту, а також формування мікрорельєфу борозен та проміжків між ними, що призвело до зростання у борознах низки видів, характерних для болотної рослинності: череди листяної, ситника скупченого, вербозілля звичайного та ін. Однак, у 3-річних рослинних угрупованнях, де збільшується проективне покриття трав'яно-чагарничкового ярусу та починається його відновлення, величина H_d зменшується до $10,50 \pm 0,15$ бали. Окремий пік цього показника спостерігається перед періодом змикання (у 7-річних угрупованнях) – $10,70 \pm 0,21$ бали. (рис. 1).

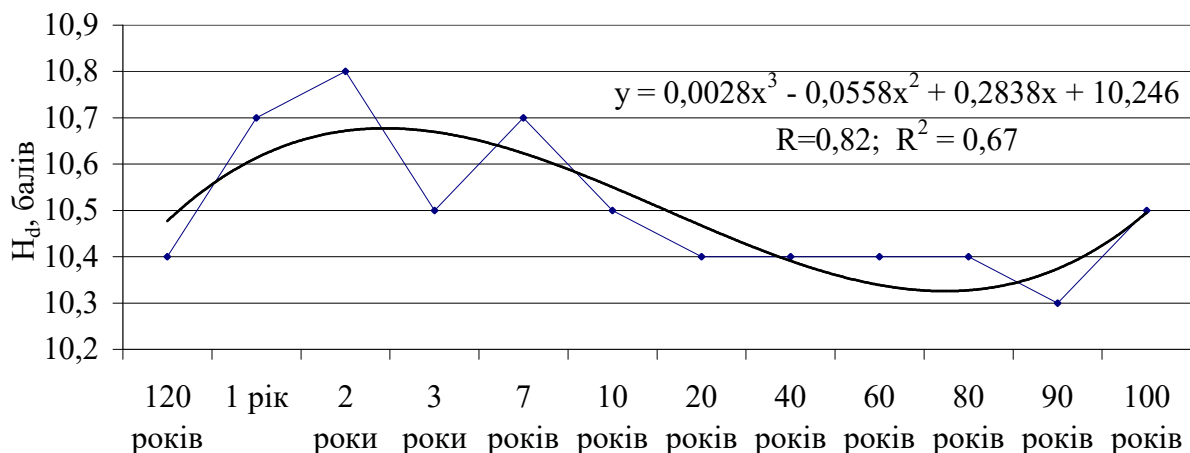


Рис. 1. Динаміка вологості ґрунту (у балах) у процесі відновлення лісової рослинності після суцільних рубок у вологих сугрудах

Найкраще сформованим рослинним покривом у дубових лісах вологих сугрудів характеризуються 90-річні ценози. Вони мають високу повноту деревоста-

ну, добре виражені решту ярусів рослинності, що зумовлює значну водопоглинаючу дію фітоценозу та відповідно, зменшення вологості ґрунту до мінімальної величини – $10,30 \pm 0,12$ бали. Але у віці 100 років, коли, як правило, повнота деревостану зменшується, відбувається підвищення вологості ґрунту до $10,50 \pm 0,21$ бали. Значення вологості ґрунту у балах у динамічному ряду ценозів, апроксимовані поліномом третього ступеня, високої тісноти – $R^2=0,67$. Крім вологості ґрунту, для всіх суходільних екосистем, в т. ч. лісових, важливим параметром є режим зволоження (fH), який характеризує його перемінність (Дідух Я.П., Плюта П.Г., 1994).

Амплітуда значень режиму вологості ґрунту (fH) у досліджуваному динамічному ряду ценозів становила від $5,80 \pm 0,15$ бали у 2-річних угрупованнях до $7,00 \pm 0,15$ балів у материнських 120-річних біогеоценозах, що відповідає гемігідроконтрастобним екотопам (свіжим та вологим лісо-лучним екотопам з помірним нерівномірним зволоженням кореневмісного шару ґрунту протягом року) (рис.2). Від 120-річних ценозів до 2-річних рослинних угруповань значення fH зменшується, у наступний період – з 3-річних угруповань до 10-річних ценозів – збільшується з $5,90 \pm 0,15$ до $6,70 \pm 0,10$ бали, виходячи на рівень 6,60-6,70 бали у 40-річних ценозах. Збільшення даного показника до $6,90 \pm 0,03$ бали відбувається у біогеоценозах, віком 90 -100 років.

У вологих сугрудах в період до змикання крон спостерігається падіння показника режиму вологості ґрунту, після змикання різке зростання, яке з певними коливаннями продовжується до віку стиглості.

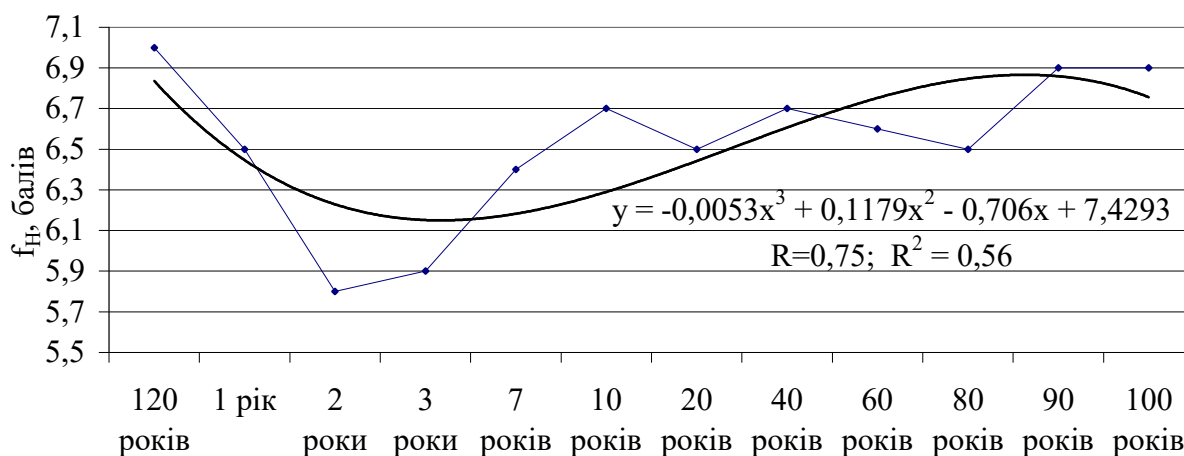


Рис. 2. Динаміка режиму вологості ґрунту (у балах) у процесі відновлення лісової рослинності після суцільних рубок у вологих сугрудах

Значення режиму вологості ґрунту у балах у динамічному ряду ценозів апроксимовані поліномом третього ступеня, високої тісноти – $R^2=0,56$ (рис. 2).

Кислотність ґрунту (Rc) у більшості лісових екосистем Українського Полісся відзначається низькими показниками, що зумовлено складною взаємодією рослинного покриву з лісовою підстилкою та ґрунтом.

У динамічному ряду ценозів дубових лісів у вологих сугрудах амплітуда кислотності ґрунту (Rc) знаходилася у межах 7,90-9,50 балів, що відповідає коливанням ґрунтових умов від субацидофільних (слабокисліґрунти з $pH=5,5-6,5$) до нейтрофільних ($pH=6,5-7,1$) (рис.3). Найменша кислотність ґрунту в досліджуваному динамічному ряду ценозів дубових лісів властива материнським 120-річним біогеоценозам – $9,50 \pm 0,10$ балів, що зумовлено переважанням у головних ярусах

рослинності видів, які формують опад з нейтральною або слабокислою реакцією – дуба звичайного, крушини ламкої, осоки трясучковидної.

Після проведення суцільної рубки головного користування відбувається подрібнення лісової підстилки та її перемішування з верхніми гумусованими шарами мінерального ґрунту (мінералізація), у результаті чого його кислотність поступово збільшується, відповідно, середні значення балів кислотності ґрунту зменшуються з $8,40 \pm 0,15$ балів в 1-річних угрупованнях до $7,90 \pm 0,20$ балів – у 3-річних угрупованнях.

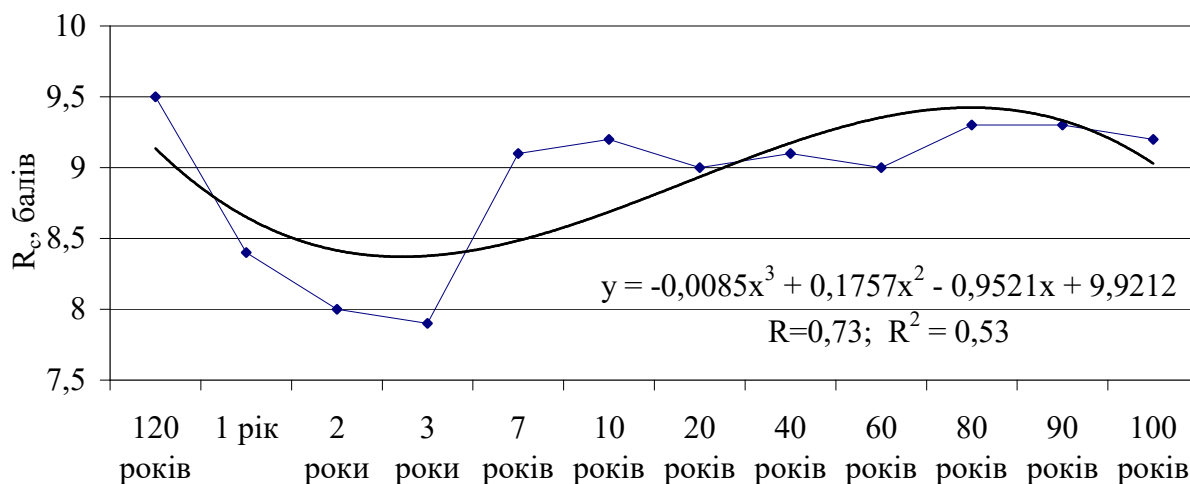


Рис. 3. Динаміка кислотності ґрунту (у балах) у процесі відновлення лісової рослинності після суцільних рубок у вологих сугрудах

У період змикання крон дерев (у віці 7 та 10 років) значною мірою відновлюється типовий лісовий ґрунотвірний процес, що призводить до зменшення кислотності ґрунту та зростання значень балів кислотності до $9,10 \pm 0,17$ та $9,20 \pm 0,06$ балів відповідно. Після змикання крон деревостану амплітуда значень кислотності ґрунту є незначною – у межах 9,0-9,3 балів. Значення кислотності ґрунту у балах у динамічному ряду ценозів апроксимовані поліномом третього ступеня, високої тісноти – $R^2=0,53$ (рис. 3).

Кількість карбонатів кальцію та магнію у ґрунті є основою ґрунтового поглинаючого комплексу, тому також характеризується як складова трофності ґрунту (Дідух Я.П., Плюта П.Г., 1994).

У динамічному ряду ценозів дубових лісів у вологих сугрудах амплітуда кількості карбонатів кальцію та магнію у ґрунті знаходилася у досить вузькому діапазоні – від $7,30 \pm 0,12$ до $8,60 \pm 0,10$ балів (рис. 4). Це дозволяє їх віднести від акарбонатofilьних (нейтральних екотопів, із незначним вмістом карбонатів ($Ca, Mg = 0,5-1,5\%$ у ґрунті) до гемікарбонатofilьних (збагачених карбонатами ($Ca, Mg = 1,5-5\%$ у ґрунті)). Зокрема, максимальний вміст карбонатів кальцію та магнію є властивим для материнських 120-річних дубових лісів – $8,60 \pm 0,10$ балів. Різке зменшення згаданого показника відбувається внаслідок суцільної рубки, зокрема, в 1-річних насадженнях даний показник зменшується до $7,60 \pm 0,15$; у 2-річних – до $7,40 \pm 0,15$; у 3-річних – до $7,30 \pm 0,12$ балів. У період змикання крон молодого деревостану у віці 7 років вміст карбонатів кальцію і магнію різко збільшується (до $8,00 \pm 0,20$ балів), а далі – до $8,10 \pm 0,15$ балів – у 20-річних ценозах і до $8,50 \pm 0,10$ як у 90-річних, так і 120-річних ценозах.

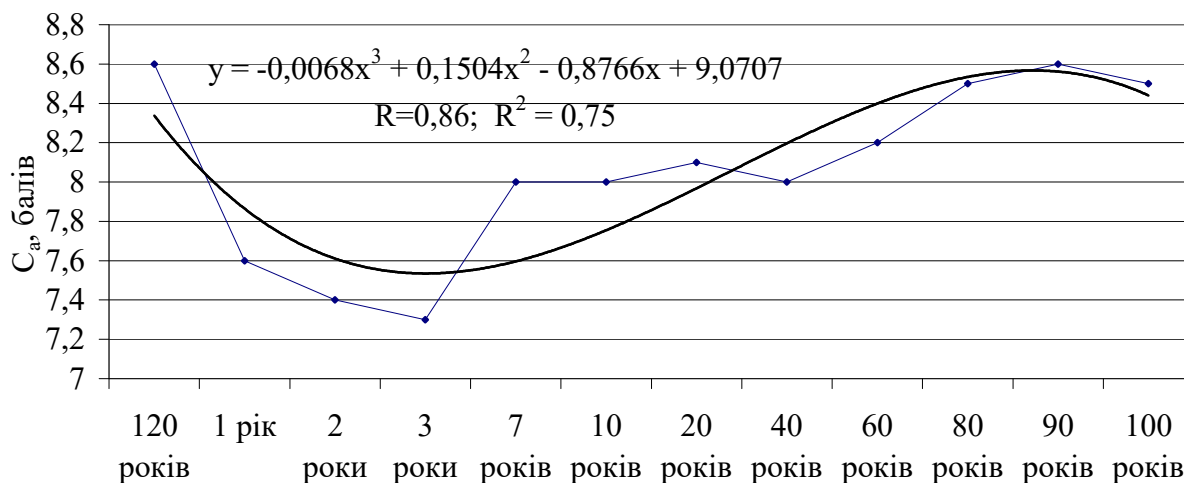


Рис. 4. Динаміка кількості карбонатів Ca та Mg у ґрунті (у балах) у процесі відновлення лісової рослинності на суцільних зрубках у вологих сугрудах

Значення кількості карбонатів кальцію і магнію у ґрунті у балах у динамічному ряду ценозів апроксимовані поліномом третього ступеня, високої тісноти – $R^2=0,75$ (рис. 4.). Досліджуваний динамічний ряд ценозів показав, що значення кількості мінерального азоту (N_t) у ґрунті знаходиться в діапазоні – від $4,50 \pm 0,15$ до $4,90 \pm 0,15$ балів, що відповідає гемінитрофільним ґрунтам, відносно бідним на мінеральний азот (0,2-0,3 (0,5)%). Максимальні значення названого показника були властиві 100-річним та 120-річним дубовим біогеоценозам – $4,90 \pm 0,15$ балів (рис. 5).

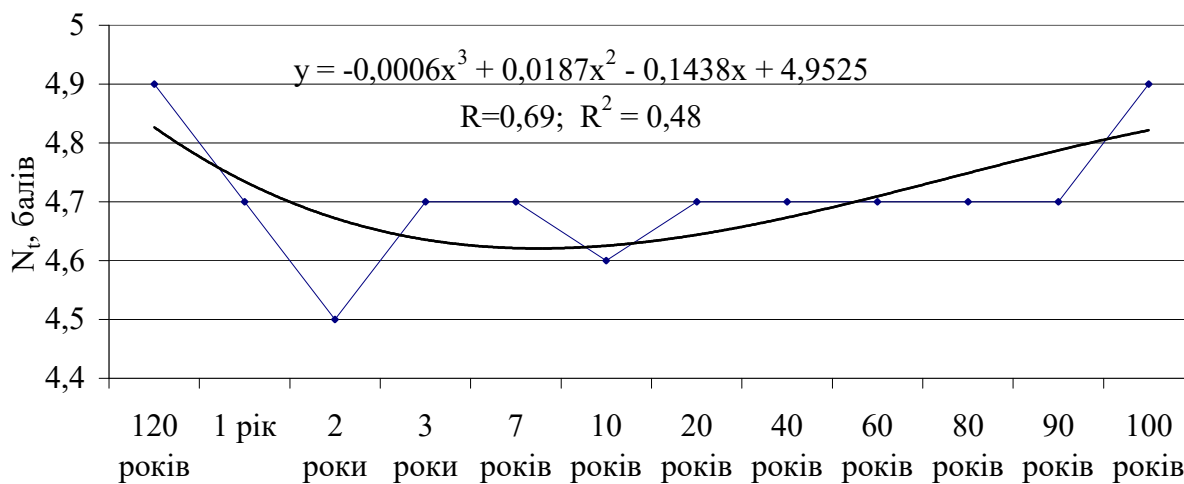


Рис. 5. Динаміка кількості мінерального азоту у ґрунті у процесі відновлення лісової рослинності після суцільних рубок у вологих сугрудах

Зменшення цього показника спостерігалось в 1-річних та 2-річних угрупованнях – до $4,70 \pm 0,06$ та $4,50 \pm 0,15$ балів відповідно. Найбільш вірогідно, згадане явище пов'язане зі швидкістю розкладу решток рослин на зрубках. Після 2-х років, коли відбувся розклад рослинного опаду, спостерігається викид азоту у ґрунт у віці 3 роки, що викликає збільшення кількості мінерального азоту до $4,70 \pm 0,12$ балів. На цьому рівні досліджуваний показник залишався у вікових групах від 20 років до 90 років, після чого збільшувався до $4,90 \pm 0,15$ балів у віці 100 років. Значення кількості мінерального азоту у ґрунті у балах у динамічному ряду ценозів, який аналізується (рис. 5), апроксимовані поліномом третього ступеня, середньої тісноти – $R^2=0,48$. Лісові ґрунти дубових лісів Українського Полісся є,

як правило, структурними, від супіщаних і піщано-глинистих до суглинистих, що суттєво впливає на їх аерованість (Ae). Порівняльний аналіз даних демонструє високий ступінь співпадіння динаміки вологості ґрунту (Hd) та його аерованості (Ae). Аерованість ґрунту (Ae) у досліджуваному динамічному ряду ценозів характеризується вузьким діапазоном значень – 6,6–7,1 (рис. 6).

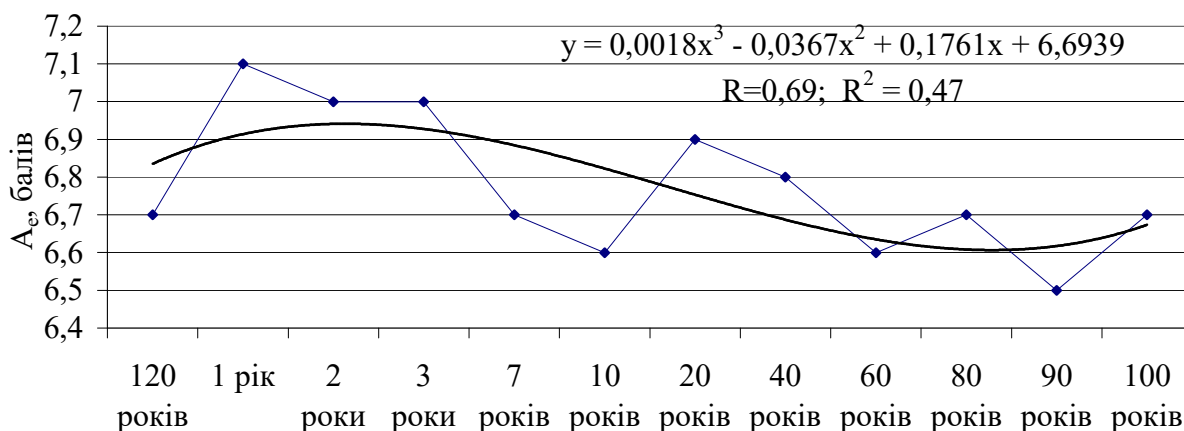


Рис. 6. Динаміка аерованості ґрунту (у балах) у процесі відновлення лісової рослинності після суцільних рубок у вологих сугрудах

Тобто за фітоіндикаційною оцінкою ці ґрунти можна віднести від субаерофільних (добре аеровані супіщані ґрунти при незначному або помірному промочуванні кореневмісного шару) до геміаерофобних (помірно аеровані ґрунти з повним промочуванням кореневмісного шару). Аерованість ґрунту у материнських 120-річних біогеоценозах становила $6,70 \pm 0,12$ балів. Після проведення суцільної рубки головного користування у перші три роки спостерігалися максимальні значення досліджуваного показника – в 1-річних угрупованнях – $7,10 \pm 0,15$ балів, 2-річних – $6,90 \pm 0,21$, 3-річних – $7,00 \pm 0,21$ балів. Проте, вже перед періодом змикання крон молодого деревостану аерованість ґрунту значно зменшується – у 7-річних ценозах – до $6,70 \pm 0,17$ балів, а у період змикання крон у 10-річних ценозах – до $6,60 \pm 0,10$ балів. Від 10-річних до 20-річних ценозів аерованість ґрунту зростає до $6,90 \pm 0,12$ балів, а у ценозах після 40 років – поступово зменшується з $6,80 \pm 0,03$ балів до $6,50 \pm 0,03$ балів у 90-річних ценозах.

Значення аерованості ґрунту у балах у досліджуваному динамічному ряду ценозів (рис. 6), апроксимовані поліномом третього ступеня, середньої тісноти – $R^2=0,47$. Величини усіх досліджуваних параметрів ґрунту та їх динаміка у динамічному ряду ценозів у процесі відновлення рослинності у вологих сугрудах характеризуються чітко вираженими трендами.

Висновки. Динаміка фіторізноманіття вказує на різку зміну всіх ґрунтових параметрів після видалення головного едифікаційного ярусу – деревостану та поступове їх відновлення у процесі росту і розвитку лісових культур дуба звичайного, що чітко прослідковується особливо в період після змикання крон та утворення власного намету.

1. У вологих сугрудах спостерігається значна подібність динаміки величин ряду ґрунтових параметрів у динамічному ряду ценозів після суцільної рубки, зокрема, режиму зволоження ґрунту, кислотності ґрунту, кількості солей у ґрунті, кількості карбонатів кальцію і магнію у ґрунті, вмісту мінерального азоту у ґрунті.

2. Тренди значень кожного з досліджених ґрунтових параметрів (у балах) у динамічному ряду ценозів після суцільних рубок у процесі відновлення рослинності задовільно апроксимувалися поліномом третього ступеня, за таких умов більшості випадків зв'язки величин параметрів з тривалістю періоду після суцільної рубки були високої тісноти і лише, як виключення – середньої тісноти.

Література

1. **Bear M.M., Shkudor V.D., Buzun V.O.** (2008) *Vidnovlennya pryrodnykh lisostaniv Zakhidnoho Polissya* [Restoration of natural forests of Western Polissya]. – Zhytomyr. – 304 p. (in Ukrainian).
2. **Didukh J.P., Plyuta P.G.** (1994) *Fitoindykatsiya ekolohichnykh faktoriv* [Phytoindication of ecological factors]. – Kyiv. – 280 p. (in Ukrainian).
3. **Didukh Ya.P., Emshanov D.G., Shkolnikov Yu.A.** (1997) *Yspolzovanye fytoindykatsyonnykh otsenok pry yzuchenyy struktury lesnykh ékosystem* [Use of phytoindication assessments in the study of the structure of forest ecosystems] *Ecology*. – Vol. 5. – P. 353-360. (in Russian).
4. **Tsyganov D.N.** (1983) *Fytoindykatsyya ékolohycheskykh faktorov v podzone khvoynno-shyrokolistvennykh lesov* [Phytoindication of ecological factors in the subzone of coniferous-deciduous forests]. – Moscow. – 198 p. (in Russian).
5. **Rosenberg G.S.** (1976) *Nekotorye voprosy optymyzatsyy protsessa raspoznavanyya uslovyi sredy po rastytel'nosti* [Some questions of optimization of process of recognition of conditions of environment on vegetation] *Aspects of optimization of quantitative researches of vegetation*. – Ufa. – P. 6-34. (in Russian).
6. **Keenan R.J., Kimmins J.P.** (1993) The ecological effects of clear-cutting / *Environmental Review*. – Vol. 1. – P. 121-144.
7. **Pagony H.** (1992) Oak decline in Hungary: reduction in vitality of sessile oak stands / *All genreine Forst Zeitschrift* 47:2. – P. 98-99.
8. **Palvainen M., Finer L., Kurka A.-M. et al.** (2004) Decomposition and nutrient release from logging residues after clear-cutting of mixed boreal forest / *Plant and Soil*. – Vol. 263. – P. 53-67.
9. **Didukh Ya.P.** (2011) The ecological scales for the species of Ukrainian flora and the iruse in synphy to indication. – Kyiv. – 176 p.

UDC 630. 631.41(477.41/42)

*Assoc. prof. I.D. Ivanyuk – Malinsky Forestry College;
assoc. prof. T.M. Ivanyuk – Polissya National University*

Dynamics of ecological soil parameters in the process of vegetation of oak forests' restoration of polissia of Ukraine

A study was conducted to establish the dynamics of ecological parameters of soil by phytoindication method on the basis of complete geobotanical descriptions in oak plantations of wet forest conditions of Polissia. The research analyzed the dynamics of: soil moisture (Hd; soil moisture regime (fH); soil acidity amplitudes (Rc); amplitudes of the amount of calcium carbonates (Ca) and magnesium (Mg); the amount of mineral nitrogen (Nt); soil aeration (Ae). It is established that after continuous fellings the indicators of soil parameters change both in the direction of increase and in the direction of decrease. The main reason for this is probably the removal of the edification layer - the stand, which is characterized by a significant absorption capacity. During the process of stands' growth, with age, there is a clear tendency to return the level of soil indicators to the original values that are characteristic of mature subclimax oak plantations. This process in oak plantations begins after the closure of the crowns and the formation of their own canopy. Most soil indicators in points were characterized by a narrow range of values. In general, the obtained data on phytoindication of ecological parameters of habitats indicate the presence of a clear trend in wet soil conditions of Polissia after continuous fellings in the process of restoring the biodiversity of oak plantations.

Key words: felling, soil moisture, soil acidity, Ca and Mg carbonates, mineral nitrogen, soil aeration, wet soil.