

Uliana BACHYNSKA, Mykola ANDREIV, Halyna BARANCHUK, Liubov YANKOVSKA

## INVASION OF RED OAK (*QUERCUS RUBRA L.*) IN THE TERRITORY OF THE MEDOBORY NATURE RESERVE AND ITS IMPACT ON THE STRUCTURE AND SPECIES DIVERSITY OF FOREST COMMUNITIES

It has been established that in the Medobory Nature Reserve, stands of red oak (*Quercus rubra L.*) grow in five types of forest conditions: wet hornbeam-beech oak forests (15.2%), wet hornbeam oak forests (17.4%), fresh hornbeam-beech oak forests (30.9%), fresh hornbeam forests (34.2%) and fresh hornbeam sub-forests (2.3%). Young red oak forests occupy 6.4%, middle-aged oak forests 88.8%, mature oak forests 0.6%, and overgrown oak forests 2.9%. All oak forests are characterised by high productivity and grow in the 1st and above the 1 class of the bonitet. 63.9% of the stands are high-completeness, and there are no low-completeness ones. The herbaceous cover in the areas of red oak growth is depleted due to thick, undecomposed leaf litter. The following components were subjected to mathematical analysis: age, diameter, completeness and stand stock. Based on the calculated standard deviation and coefficient of variation, it can be concluded that the range of variation of the «completeness» indicator is characterised by a low value of the standard deviation, and the range of variation of the «stock» indicator is medium. Other indicators have a wide range of variation in the studied populations.

**Key words:** forest phytocoenoses, species, plant life forms (trees, shrubs, herbs), trunk, crown, mathematical methods.

### Анотація:

Уляна БАЧИНСЬКА, Микола АНДРЕЇВ, Галина БАРАНЧУК, Любов ЯНКОВСЬКА. ІНВАЗІЙНІСТЬ ДУБА ЧЕРВОНОГО (*QUERCUS RUBRA L.*) НА ТЕРИТОРІЇ ПРИРОДНОГО ЗАПОВІДНИКА «МЕДОБОРИ» ТА ЙОГО ВПЛИВ НА СТРУКТУРУ І ВИДОВЕ РІЗНОМАНІТТЯ ЛІСОВИХ УГРУПОВАНЬ

Інвазії чужорідних (алохонних чи адвентивних) рослин можуть негативно впливати на місцеві види, тому становлять значну загрозу біорізноманіттю. Науково-практична проблема полягає у вивченні інвазійності дуба червоного (*Quercus rubra L.*), його поширенню на території природного заповідника "Медобори" та впливу на структуру і видове різноманіття лісових угруповань. У даній публікації досліджено вплив дуба червоного на видовий склад трав'яного покриву, чагарників та інших компонентів лісової екосистеми.

На пробних площах проведений суцільний перелік всіх дерев. Діаметри замірювалися на висоті 1,3 м мірною вилкою з точністю до сантиметра, висоти для кожної ступені товщини – висотоміром TruPulse 200 L до метра, довжини – мірною стрічкою до дециметра. Для визначення процесів природного поновлення на пробних площах по діагоналі було закладено облікові площадки розміром 2x2 м, на яких обліковувався видовий склад підросту і його вік. Успішність природного поновлення визначалася за методикою Горшеніна М.М. Описи трав'яного вкриття проводилися за п'ятибальною шкалою Браун-Бланке, для тих видів, у яких менше одного відсотка, застосовувалася градація за Висоцьким. Для статистичного аналізу були використані відомості поквартальних підсумків Таксаційного опису природного заповідника "Медобори", з яких вибрано ділянки чистих та мішаних деревостанів дуба червоного. Загальний обсяг вибірки становив 72 виділи загальною площею 235,5 га. При цьому, аналізу піддавалися такі таксаційні характеристики досліджуваних деревостанів: площа ділянки (S), вік насадження (A), діаметр (D), висота (H), відносна повнота (P), запас на 1 га (M), бонітет (B), тип лісорослинних умов та склад насадження. Для аналізу даних застосовувалися загальні принципи математичної статистики та методики, що використовуються у лісовій таксації.

На сьогодні площі культур, де дуб червоний переважає у складі насадження становлять 235,5 га, а присутній в насадженні як домішка – 421,2 га. Згідно відомості поквартальних підсумків Таксаційного опису природного заповідника «Медобори», у насадженнях з дубом червоним переважають середньовікові деревостани, віком від 40 до 70 років (88,8%), молодняки (до 40 р.) – 6,4%, пристигаючі (до 90 р.) – 0,6%, стиглі перестійні (більше 90 р.) – 2,9%. Насадження з участю дуба червоного переважно ростуть у чотирьох типах лісу: свіжій грабово-буковій діброві – 30,9%, свіжій грабовій діброві – 34,1%, вологій грабово-буковій діброві – 15,2%, вологій грабовій діброві – 17,4%. У свіжій грабовій судіброві, зростає всього 2,3% (5,5 га). Щодо участі дуба червоного в складі лісових культур, теж спостерігається велика мозаїчність. Середній показник участі дуба червоного в деревостанах заповідника - 59,1%, причому насадження з часткою дуба 3-4 одиниці становить 22,5% площі. Насадження з дубом червоним високоповнотні (з показником відносної повноти 0,8-1,0) на 63,9%, середньоповнотні (з показником відносної повноти 0,5-0,7) – 36,1%. Низькоповнотні деревостани відсутні. Результати математичної обробки даних свідчать про широкий діапазон розсіювання у сукупностях таких таксаційних показників, як діаметр та висота на одиниці площі ( $V = 25,6 - 52,3\%$ ), що пояснюється значною неоднорідністю вікової структури, розмах варіації показника «запас» характеризується середнім значенням мінливості ознаки ( $V = 10,6 - 16,3\%$ ), і лише розмах варіації показника «повнота» – слабким значенням ( $V < 10\%$ ). У насадженнях відбуваються природні процеси, характерні для інтродукованого дуба червоного, зокрема зростають середні діаметр та висота; запас, відпад дерев – незначний. Дуб червоний негативно впливає на корінні породи: внаслідок інтенсивного росту надземної і підземної частини витісняє дуб звичайний, ясен

звичайний, явір, клен гостролистий інші лісотвірні породи. Трав'яне вкриття у виділах такого типу дуже збіднене, через товсту, не розкладену листяну підстилку, а також пошкоджене дикими кабанамі, що шукають жолуді для поживи. Підлісок на ділянках представлений переважно одиничними екземплярами, висотою 0,3-1,0 м, це: *Euonymus europaea* L., *Sambucus nigra* L., *Viburnum opulus* L., *Crataegus* sp.

**Ключові слова:** лісові фітоценози, вид, життєві форми рослин (дерева, чагарники, трави), стовбур, крона, математичні методи.

**Statement of the scientific and practical problem.** One of the main tasks of nature reserves is to protect the biodiversity inherent in certain regions and natural areas. Invasions of alien (allochthonous or adventitious) plants, which can have an impact on native species, pose a significant threat. The scientific and practical problem is to study the invasiveness of red oak (*Quercus rubra* L.), its distribution in the territory of the Medobory Nature Reserve and its impact on the structure and species diversity of forest communities.

**Relevance and novelty of the research.** The conservation and restoration of indigenous stands is the main task of the Medobory Reserve, which requires constant monitoring of introduced plant species and their impact on native species. The red oak (*Quercus rubra*) is one of the most widespread invasive species in the Reserve. Continuous monitoring of plantations with this species is necessary to assess the impact on natural stands. The impact of red oak on the species composition of grass cover, shrubs and other components of the forest ecosystem was studied.

**Analysis of recent publications on the research topic.** Scientists of various fields have studied the impact of red oak on the natural phytodiversity of Ukraine. Oksana Kucher, Yakiv Didukh, Nataliia Pashkevych, Liudmyla Zaviailova, Yuliia Rozenblit, Oleksandr Orlov, Myroslav Shevera determined that under the existing conditions and the results of forecasting with regard to climate change, red oak in Ukraine is characterised by a high intensity of renewal, the ability to change the initial resources of the ecosystem, its functioning and energy balance. The penetration of *Q. rubra* due to its advantages in competition with native species causes a decrease in the species composition of plant communities by displacing native flora species and prevents the renewal of forests.

The negative impact on biodiversity is caused by the invasiveness of red oak (*Quercus rubra*), which, as a result of climate change, will increase its expansion and threat to forest phytocoenoses in the forest and forest-steppe zones of Ukraine. The high intensity of its spontaneous spread poses risks to the natural ecosystems of the Ukrainian nature reserve fund. In order to preserve natural forest ecosystems and ensure their restoration as the basis of Ukraine's forest resources, it

is necessary to introduce continuous monitoring of red oak (*Quercus rubra*) plantations to prevent its penetration into natural forest phytocoenoses vulnerable to phytoinvasions. The group of scientists Strymets, Pogorilko, Khomin in the Roztochia reserve determined that rare species disappear under the canopy of red oak, the grass cover is sparse and self-seeding is observed over 500 metres, thus it is invasive [3].

Mykhailo Muzyka, Volodymyr Kramarets, and Volodymyr Bondarenko studied the introduction into the forests of the Medobory Nature Reserve, and found that in the conditions of the reserve, red oak (*Quercus rubra*) is highly resistant to the development of pathogens and damage by potential pests. There is also a slight damage to the leaves by leaf-eating polyphagous insects; fungal pathologies include damage to trees by false tinder fungus, oak cross cancer and necrotic diseases [1, 7].

**Objects and methods of research.** A continuous inventory of all trees was carried out on the trial plots. Diameters were measured at a height of 1.3 m with a measuring plug to the centimetre, heights for each thickness level were measured with a TruPulse 200 L height meter to the metre, and lengths were measured with a measuring tape to the decimetre. To assess the processes of natural regeneration, 2x2 m plots were laid out diagonally on the trial plots to record the species composition of the undergrowth and its age. The success of natural regeneration is defined by the method of Gorshenin M.M. [12]. Descriptions of the grass cover are carried out on a five-point Brown-Blanke scale; for those species with less than one per cent, the Vysotsky gradation is used [13]. The frequency of surveys is five years, except for L-67, where natural regeneration is recorded annually. The results are presented in the Chronicles of Nature [4, 5, 6]. For the statistical analysis, we used the data from the quarterly results of the Taxonomic Description of the Medobory Nature Reserve [9, 10, 11], from which we selected plots of pure and mixed red oak (*Quercus rubra*) stands. The total sample size is 72 plots with a total area of 235.5 ha. The following taxonomic characteristics of the studied stands were analysed: plot area (S), stand age (A), diameter (D), height (H), relative fullness (P), stock per 1 ha (M), bonita (B), type of forest and vegetation conditions, and stand composition. The data were analysed using the general principles

of mathematical statistics [8] and methods used in forest taxation.

**Results and discussion.** Red oak (*Quercus rubra*) is an introduction from North America that tends to expand into native forests [2] and is considered a species that can significantly change forest ecosystems by suppressing native species, including common oak, common ash, sharp-leaved maple, sycamore, and forest beech. The red oak plantations were introduced before the Medobory Nature Reserve was established. Currently, the area

where red oak predominates in the plantation is 235.5 hectares, and it is found as an admixture in the plantation on 421.2 hectares.

According to the quarterly results of the Taxonomic Description of the Medobory Nature Reserve, the red oak (*Quercus rubra*) plantations are dominated by medieval stands aged 40 to 70 years, which is 88.8%, young trees (up to 40 years old) - 6.4%, mature (up to 90 years old) - 0.6%, and mature overstock (over 90 years old) - 2.9% (Fig. 1).

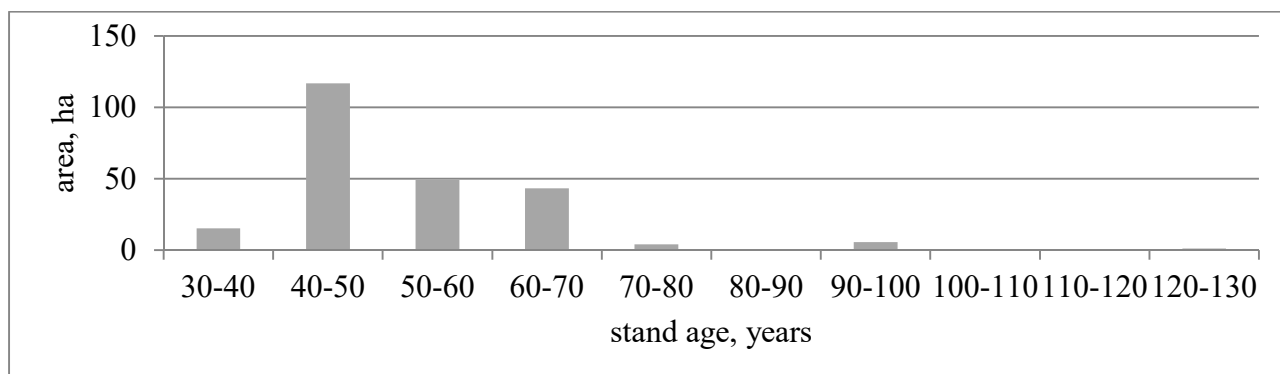


Fig. 1. Distribution of plantation areas with red oak (*Quercus rubra*) by age class

In the conditions of the reserve, the plantation with red oak (*Quercus rubra*) mainly grows in four forest types: fresh hornbeam-beech oak forest (Д2гбД) - 30.9%, fresh hornbeam oak

forest (Д2гД) - 34.1%, wet hornbeam-beech oak forest (Д3гбД) - 15.2%, wet hornbeam oak forest (Д3гД) - 17.4%. In the fresh hornbeam sub-forest (С2гД), only 2.3% (5.5 ha) grows (Fig. 2).

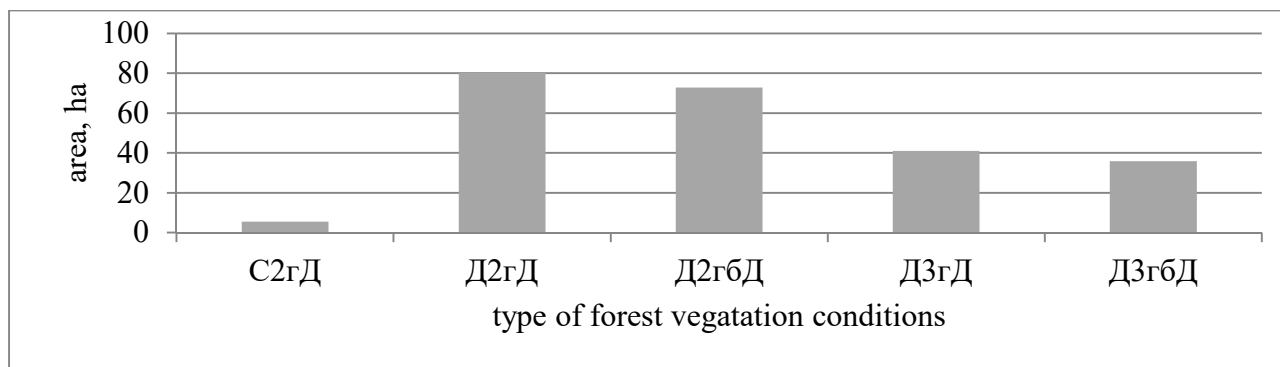


Fig. 2. Distribution of the area of stands with red oak (*Quercus rubra*) by types of forest conditions

As for the participation of red oak (*Quercus rubra*) in the composition of forest crops, there is also a great deal of mosaicism. The average

percentage of red oak in the Reserve's stands is 59.1%, with plantations with a share of 3-4 oak units accounting for 22.5% of the area (Fig. 3).

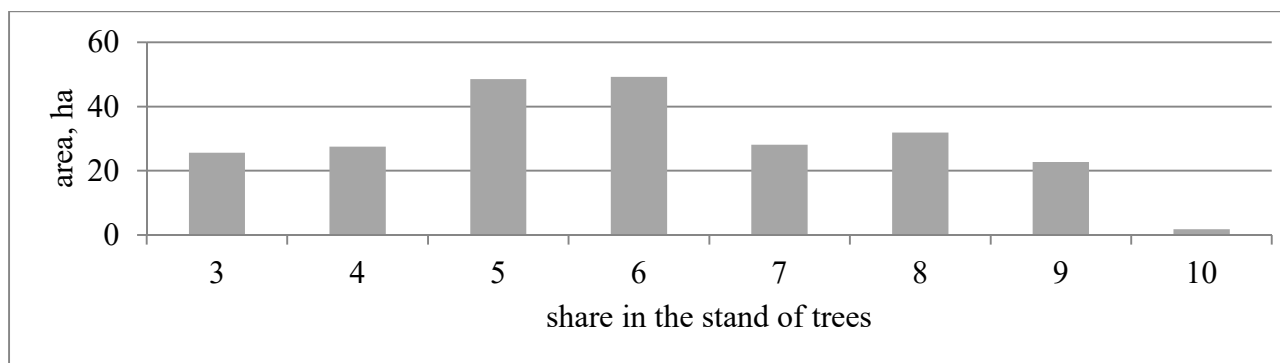


Fig. 3. Distribution of stand areas by the share of red oak (*Quercus rubra*) in the stand composition

The stands of red oak (*Quercus rubra*) are 63.9 % highly complete (with a relative tree cover of 0.8-1.0), and 36.1 % medium complete (with a

relative tree cover of 0.5-0.7). There are no low-completeness stands (Fig. 4).

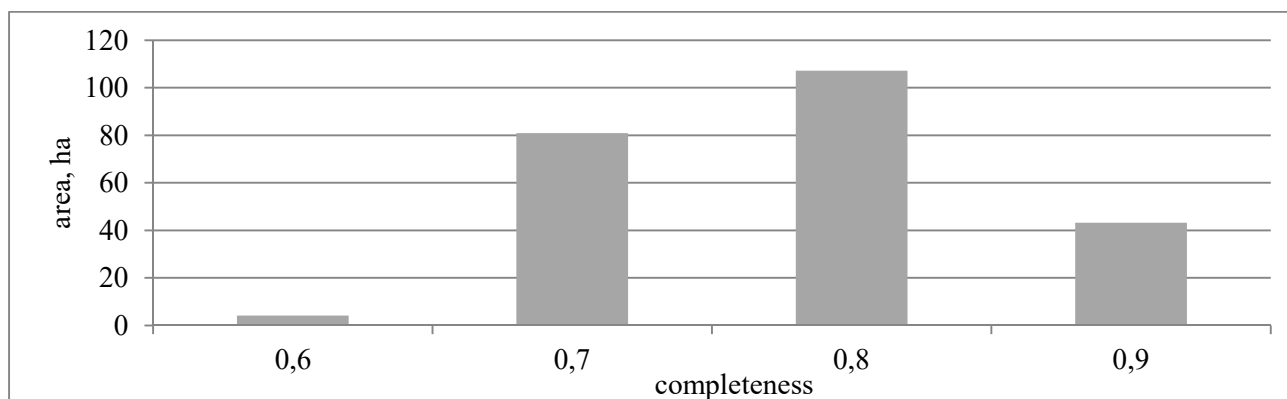


Fig. 4. Distribution of the area of stands with red oak (*Quercus rubra*) by completeness

The forests with red oak (*Quercus rubra*) in the nature reserve are characterised by high

productivity, i.e. they grow according to the I class of the bonita and above (Fig. 5).

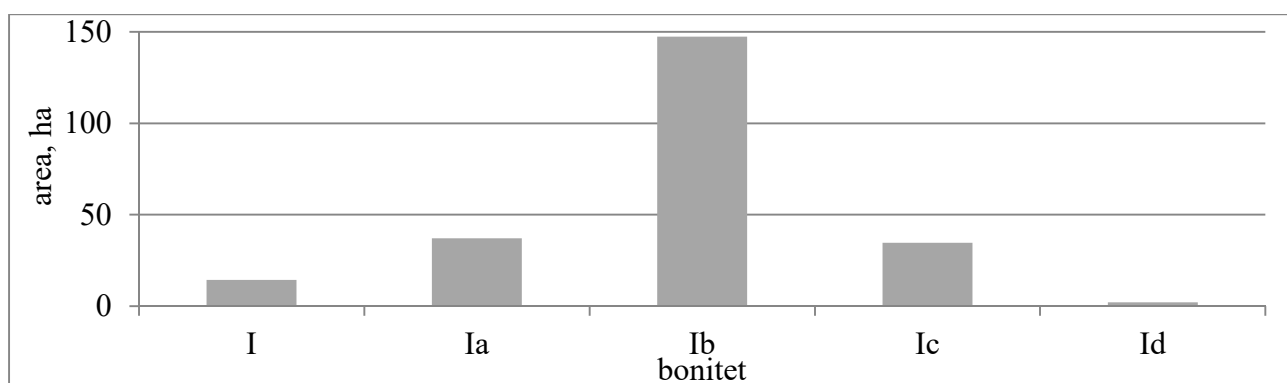


Fig. 5. Distribution of the area of stands with red oak (*Quercus rubra*) by bonitet

The statistical analysis of plantations with a predominance of red oak (*Quercus rubra*) by the main taxonomic parameters is presented in Table 1. The total sample size is 72 plots with a total area of 235.5 ha. The processing results show a wide range of scattering in the aggregates of such taxonomic parameters as diameter and height per unit area (V

- 25.6 - 52.3%), which is explained by a significant heterogeneity of the age structure. The variation range of the «stock» indicator is characterised by the average value of the variability of the trait (V - 10.6 -16.3%), and only the variation range of the «completeness» indicator is weak (V<10%).

Table 1

Statistical characteristics of taxonomic indicators of plantations with red oak (*Quercus rubra*) in the Medobory Nature Reserve (based on quarterly results)

Indicators	Value			Standard deviation ( $\sigma$ )	Coefficient of variation (V), %	Excess (E)	Asymmetry (A)
	Average $X_{av\pm m}$	Minimum $X_{min}$	Maximum $X_{max}$				
A, years	45,7±1,9	36	122	16,29	35,66	6,19	2,59
D, sm	27,9±1,2	14	48	10,11	36,25	-2,00	1,00
H, m	22,3±0,8	14	31	6,65	29,77	-2,00	0,01
completeness	0,76±0,001	0,6	0,92	0,73	0,74	-2,00	-1,00
M, m <sup>3</sup> /ha	221±5,0	90	423	18,39	18,39	-2,00	-1,00

To study the natural changes in the stands with the introduced species on the territory of the Reserve, the forestry trial plots L-14, L-27, L-66,

L-67 were established, which are well representative of the red oak plantations in the Reserve (Table 2).

Table 2

**Taxonomic characteristics of red oak (*Quercus rubra*) plantations in forestry plots**

N	Environmental research department	Kvar	Alloca	Tree stand composition	Age	Boni	Comple	Forest	Rese
		tal	tion			tet	teness	type	rve
									m3/h
									a
L-14	Viknianske	24	20	5 <i>Q.rub.</i> 5 <i>Q.rob.</i> + <i>Carpinus betulus</i> од. <i>Acer pseudoplatanus</i> , <i>Ulmus glabra</i> , <i>Fraxinus excelsior</i> , <i>Acer platanoides</i> , <i>Cerasus avium</i> , <i>Populus tremula</i>	73	I	0,91	Д3ГД	442
L-27	Krasnyanske	2	13	9 <i>Q.rub.</i> 1 <i>Carpinus betulus</i> од. <i>Fraxinus excelsior</i> , <i>Acer pseudoplatanus</i> , <i>Ulmus glabra</i> , <i>Acer platanoides</i> , <i>Cerasus avium</i>	55	Ib	1,0	Д2ГД	439
L-66	Horodnytske	35	6	10 <i>Q.rub.</i> + <i>Q.rob.</i> од. <i>Fraxinus excelsior</i> 10 <i>Carpinus betulus</i> + <i>Acer pseudoplatanus</i> од. <i>Acer platanoides</i> , <i>Tilia cordata</i>	90	Ia	1,0 0,2	Д2Г6 Д	728 26
L-67	Krasnyanske	24	6	10 <i>Q.rub.</i> + <i>Carpinus betulus</i> + <i>Tilia cordata</i> од. <i>Acer platanoides</i> , <i>Cerasus avium</i>	56	Ib	0,5	Д3ГД	256

The taxation indicators of the plantations on the trial plots are characterised by some variation within different forest types and stand composition. In particular, on L-27, L-66, L-67, consisting of 9-10 units of red oak (*Quercus rubra*), the stands are growing at a higher than I classification, with significant reserves of live wood (except for L-67 with a fullness of 0.5 - 256 m3/ha). The absolute completeness is on average 16.76 m2/ha (L-67), 36.92 m2/ha (L-27), 47.37 m2/ha (L-66) with the number of trees per unit area, respectively, 242 pcs/ha, 549 pcs/ha, 346

pcs/ha (Table 3). Natural processes characteristic of the introduced red oak occur in the plantations, in particular, the average diameter and height increase, the stock, and the tree mortality is not significant. At L-14, red oak has a negative impact on native species: due to the intensive growth of the aboveground and underground parts, it displaces common oak (*Quercus robur*), common ash (*Fraxinus excelsior*), sycamore (*Acer pseudoplatanus*), and sharp-leaved maple (*Acer platanoides*), as well as other forest-forming species.

Table 3

**Taxonomic indicators of stands on the forestry trial plots**

Trial plot	Ratio of rocks in the reserves	Average height, m	Average diameter, cm	Number of trunks, pcs./ha	The sum of the areas of the cross-sections, m2/ha	Productivity, m3/ha
L-14	5 <i>Q.rubra</i>	32,0	53,7	43	11,88	172
	5 <i>Q.robur</i>	26,4	39,4	95	11,88	148
	+ <i>C.betulus</i>	12,5	9,5	292	2,11	14
L-27	9 <i>Q.rubra</i>	25,1	29,3	549	36,92	449
	1 <i>C.betulus</i>	20,1	18,6	624	4,51	29
L-66	1 tier. 10 <i>Q.rubra</i>	32,3	41,7	346	47,37	685
	2 tier. 10 <i>C.betulus</i>	14,1	10,4	411	3,47	25
L-67	10 <i>Q.rubra</i>	29,0	29,8	242	16,76	234
	+ <i>C.betulus</i>	13,0	24	173	1,71	11

In the forestry trial area L-67, established for the study of natural regeneration, a large number of red oak (*Quercus rubra*) trees sprout every year, but they hardly survive to the age of seven, unable to withstand shading and powdery mildew (Fig. 6). Small amounts of common hornbeam (*Carpinus betulus* L.), common ash (*Fraxinus excelsior* L.), rough elm (*Ulmus glabra* Huds.), sharp-leaved maple (*Acer platanoides* L.),

sweet cherry (*Cerasus avium* (L.) Moench), sycamore (*Acer pseudoplatanus* L.), and small-leaved linden (*Tilia cordata* Mill.) regenerate here.

On L-14, L-27 and L-66, the growth of red oak (*Quercus rubra*) in terms of reliable growth is 55.3 thousand units/ha, 32.8 thousand units/ha and 54.6 thousand units/ha, respectively, mostly up to four years old. There is almost no growth aged seven years or more. Much less regenerated are the

sharp-leaved maple (*Acer platanoides*), sycamore (*Acer pseudoplatanus*), common ash (*Fraxinus excelsior*), cherry (*Prunus avium*) on L-27,

common hornbeam (*Carpinus betulus*) on L-66, and aspen (*Populus tremula*) on L-14.

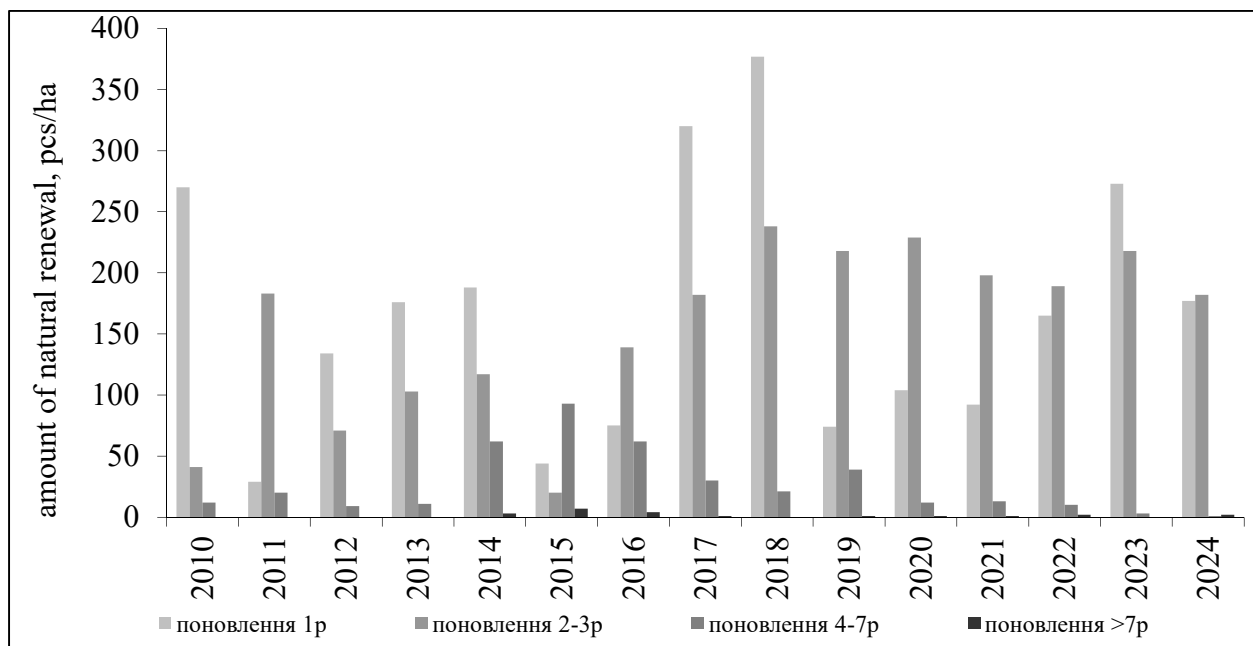


Fig. 6. Dynamics of natural regeneration of red oak at L-67

Grass cover in this type of allotment is very poor, due to thick, undecomposed leaf litter, as well as damage by wild boars looking for acorns to eat. In spring, the total grass cover in the two studied plots L-27 and L-66 is 50-70%, dominated by *Anemone nemorosa* L. up to 50-60%, and in L-67 - 10-15%, with *A. nemorosa* - 7-10%. On L-66, *Allium ursinum* L. is a numerous species with a projective cover of 15-20%, and in one part of the plot up to 80%. Somewhat less - 2-5% on L-27 are *Anemone ranunculoides* L., *Isopyrum thalictroides* L., *Corydalis cava* L. Schweigg. et Koerte, *Corydalis solida* (L.) Clairv and less than one per cent on L-27 and L-67 were *Gagea lutea* (L.) Ker. Gawl., *Ficaria verna* Huds. and *Galanthus nivalis* L. The spring aspect of L-14 is significantly different, represented by only two species of *F. verna* and *Adoxa moschatellina* L. - less than 1%.

In summer, the total projected cover of the grass stand in the three studied plots is a maximum of 1-2%, where *Asarum europaeum* L., *Galium odoratum* (L.) Scop., *Polygonatum latifolium* Desf., *Dryopteris filix-mas* (L.) Schott. and *Pulmonaria obscura* Dumort are rare. It differs only at L-14, where the total percentage of grass cover is up to 60-70% with predominance of *Galeobdolon luteum* Huds., *G. odoratum* and *Athyrium filix-femina* (L.) Roth. up to 10-15%, with a smaller share of 3-7% of *Dryopteris carthusiana* (Vill.) H. P. Fuchs., *Dryopteris austriaca* (Jacq.) Woyнар, *Circaea lutetiana* L. and *Impatiens parviflora* DC.

Mainly single specimens represent the

undergrowth on the plots, 0.3-1.0 m high, of the following species: *Euonymus europaea* L., *Sambucus nigra* L., *Viburnum opulus* L., *Crataegus* sp. On L-14, clumps of *Swida sanguinea* Opiz. and *Sambucus nigra* L. with a closeness of up to 0.5 and an extreme height of up to 3 m.

**Conclusion.** *Quercus rubra* in the Medobory Reserve was planted before the reserve was established. In the conditions of Podillia, red oak feels very comfortable, especially at the beginning of its growth, suppressing local species, displacing common oak (*Quercus robur* L.), common ash (*Fraxinus excelsior* L.), sharp-leaved maple (*Acer platanoides* L.), sycamore (*Acer pseudoplatanus*) and other forest-forming species, and is able to form clean plantations in a relatively short time. Undergrowth of the common oak is one of the dominant negative factors that hinders the formation of the undergrowth of indigenous forest-forming tree species, due to its biological characteristics (age of reproductive capacity, frequency and abundance of fruiting) and high competitiveness. Under the stand canopy, red oak forms a significant number of understory individuals, but it dies quickly enough, unable to withstand the shading of the mother species. Red oak self-seeding and regrowth occurred at a distance of 300-400 m from the stands. Birds and squirrels spread acorns. The red oak litter is less intensively mineralised than that of the common oak, which leads to a depleted herbaceous cover. Plantations with its presence grow according to the

I class and above, are highly complete, with significant diameters and heights. In the conditions of the Reserve, red oak is highly resistant to pathogens and pests. In some years, there is a slight damage to the leaves of red oak by leaf-eating polyphagous insects (moths, odd and ringed silkworms). Fungal pathologies in the red oak

plantations include damage to trees by the false tinder fungus (up to 5% in some stands), oak cross cancer, and necrotic diseases. Currently, the red oak plantations are experiencing weakening and subsequent decline of stunted trees (Kraft class 4-5).

#### Література:

1. Бондаренко В.Д., Крамарець В.О., Музика М.Я. Інтродуценти в заповіднику: проблема та можливі шляхи її вирішення. Збереження та відтворення біорізноманіття Горган: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 10-річчю природного заповідника „Горгани” (м. Надвірна, листопад 2006 року). С. 16-20.
2. Бондаренко В. Д., Криницький Г. Т., Крамарець В. О., Музика М. Я., Попадинець І. М., Оліяр Г.І., Капелюх Я. І., Хоєцький П. Б., Чернявський М. В. Стратегія і тактика природоохоронної діяльності лісового заповідника (на прикладі природного заповідника "Медобори"). Львів, СПОЛОМ, 2006. 408 с.
3. Кучер О.О., Дідух Я.П., Пашкевич Н.А., Зав'ялова Л.В., Розенбліт Ю.В., Орлов О. О., Шевера М. В. Вплив дуба червоного (*Quercus rubra*; Fagaceae) на природне фіторізноманіття лісів України. Український ботанічний журнал. 2023. 80 (6) С.453-468.
4. Літопис природи. Природний заповідник "Медобори". Гримайлів, 2021. Книга 28. С. 149-150, 154.
5. Літопис природи. Природний заповідник "Медобори". Гримайлів, 2022. Книга 29. С. 149-150, 158.
6. Літопис природи. Природний заповідник "Медобори". Гримайлів, 2024. Книга 31. С. 156-157, 218.
7. Музика М.Я. Інтродуценти в лісостанах природного заповідника: проблеми та напрямки її вирішення. Лісівництво України в контексті світових тенденцій розвитку лісового господарства". Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 150-річчю витоків кафедри лісівництва НЛТУ України. Львів, РВВ НЛТУ України, 2006 р. С. 283-285.
8. Руденко В. М. Математична статистика: навч. посіб. Київ: центр учбової літератури, 2012. 304 с.
9. Таксаційний опис Вікнянського лісництва природного заповідника "Медобори". Тернопільського обласного управління лісового та мисливського господарства. Львів, 2016. 176. с.
10. Таксаційний опис Городницького лісництва природного заповідника "Медобори". Тернопільського обласного управління лісового та мисливського господарства. Львів, 2016. 158. с.
11. Таксаційний опис Краснянського лісництва природного заповідника "Медобори". Тернопільського обласного управління лісового та мисливського господарства. Львів, 2016. 156. с.
12. Швиденко А.Й., Остапенко Б.Ф. Лісознавство: Підручник. Чернівці: Зелена Буковина, 2001. 358 с.
13. Якубенко А.Л., Григора І.М., Мельничук М.Д. Геоботаніка: Навчальний посібник. 2-ге видання перероблене та доповнене. Київ: Арістей, 2008. 448 с.

#### References:

1. Bondarenko V.D., Kramarets V.O., Muzyka M.Ia. Introdutsenty v zapovidnyku: problema ta mozhlyvi shliakhy yii vyrishennia. Zberezhenia ta vidtvorennia bioriznomanittia Horhan: materialy Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii, prysviachenoj 10-richchju pryrodnoho zapovidnyka „Horhany” (m. Nadvirna, lystopad 2006 roku). S. 16-20.
2. Bondarenko V. D., Krynytskyi H. T., Kramarets V. O., Muzyka M. Ya., Popadynets I. M., Oliiar H.I., Kapeliukh Ya. I., Khoietskyi P. B., Cherniavskiy M. V. Stratehiia i taktika pryrodookhoronnoi diialnosti lisovoho zapovidnyka (na prykladi pryrodnoho zapovidnyka "Medobory"). Lviv, SPOLOM, 2006. 408 s.
3. Kucher O.O., Didukh Ya.P., Pashkevych N.A., Zavialova L.V., Rozenblit Yu.V., Orlov O. O., Shevera M. V. Vplyv duba chervonoho (*Quercus rubra*; Fagaceae) na pryrodne fitoriznomanittia lisiv Ukrainy. Ukrainskyi botanichnyi zhurnal. 2023. 80 (6) S.453-468.
4. Litopys pryrody. Pryrodnyi zapovidnyk "Medobory". Hrymailiv, 2021. Knyha 28. S. 149-150, 154.
5. Litopys pryrody. Pryrodnyi zapovidnyk "Medobory". Hrymailiv, 2022. Knyha 29. S. 149-150, 158.
6. Litopys pryrody. Pryrodnyi zapovidnyk "Medobory". Hrymailiv, 2024. Knyha 31. S. 156-157, 218.
7. Muzyka M.Ia. Introdutsenty v lisostanakh pryrodnoho zapovidnyka: problemy ta napriamky yii vyrishennia. Lisivnytstvo Ukrainy v konteksti svitovykh tendentsii rozvytku lisovoho hospodarstva". Materialy Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii, prysviachenoj 150-richchju vytyokiv kafedry lisivnytstva NLTU Ukrainy. Lviv, RVV NLTU Ukrainy, 2006 r. S. 283-285.
8. Rudenko V. M. Matematychna statystyka: navch. posib. Kyiv: tsentr uchbovoi literatury, 2012. 304 s.
9. Taksatsiyni opys Viknianskoho lisnytstva pryrodnoho zapovidnyka "Medobory". Ternopilskoho oblasnoho upravlinnia lisovoho ta myslyvskoho hospodarstva. Lviv, 2016. 176. s.
10. Taksatsiyni opys Horodnytskoho lisnytstva pryrodnoho zapovidnyka "Medobory". Ternopilskoho oblasnoho upravlinnia lisovoho ta myslyvskoho hospodarstva. Lviv, 2016. 158. s.
11. Taksatsiyni opys Krasnianskoho lisnytstva pryrodnoho zapovidnyka "Medobory". Ternopilskoho oblasnoho upravlinnia lisovoho ta myslyvskoho hospodarstva. Lviv, 2016. 156. s.
12. Shvydenko A.I., Ostapenko B.F. Lisoznavstvo: Pidruchnyk. Chernivtsi: Zelena Bukovyna, 2001. 358 s.
13. Yakubenko A.L., Hryhora I.M., Melnychuk M.D. Heobotanika: Navchalnyi posibnyk. 2-he vydannia pereroblene ta dopovnene. Kyiv: Aristei, 2008. 448 s.

Надійшла до редакції 26.05.2025р.