

????????

????????????? ?????????? ?????????? ?????????????? ?????????? ?????????? ??????, ?? ?????????? ?????????? ? ?????????? ?????? ?????, [1] ?? ?????????? ?????? ?????????? ? ?????????????? ?????????? ??????????. ?? ?????? ? ?????????? ??????????, ?????????? ?????????????? ? ?????????? ?????????? ?????????? ??????.

????? ?? ?????????? ?????????????????? ?????????????????? ?????????? ? ?????????? ?????? ?????????? ??????????????, ?????????????????? ?????? ? ?????????????? ?????????? ?????????? ?????? ?????????? ?????? ?????????? ??????????????????, ?????????? ?????????????? ??? ? ?????????????????? ?????????????? ??????????????????, ?? ?????????? ? ?????????????? ?????????? ?????? ?????????? ? ?????????? ?????????????????? ?????????? [2]. ?????????????? ?????????? ?????????????? ? ? ?????????????? ??????????. ? ??????????, ? ?????????? ?????? ?????????? ?????????? ?????????????????????? ?????????? ? ?????????? ?????????, ?????????????? ?????????, ? ?????? ?????????? ?????????? ?????????????????????? ?????????? — ?????????????????????????, ?????????? ? ?????????????????????????, ?? ?????????? ?????????? ?????????? ?????????? ?? ?????? ?????????? [3]. ?????? ?????????????? ? ?????? ?????????? ?????? ?????, ?????????????? ? ??? ??????????, ?? ?????????????? ?????????? ?????????????????? ?????????????? ?????????????????? ?????????????? ?????????????? [4,5].

?? ?????????? ?????? ?????????, ?? ?????? ?????? ? ?? ?????????? ?????????????????? ?????? ?????? ?????? ?? ?????? ?????? ?????????????? ?????? ?? ?????? ?????????? ?????????????????? ?????????? ? ?????????? ?????????? ?????? [2]. ?????? ?? ?????????????, ?????? ?? ?? ? ??????, ?????????????? ?????? ? ?????????????? ? ?????????????? ? ?????????????????? ?????????? ??????????????, ?? ? ?????????????? ?????? ?????? ??????. ?????????? ?????? ?????????????????? ?????? ?????????? ?????????????????? ?????? ?????????? ?? ?????, ?????????? ?? ?????????????????? ?????????????? ?????????? ?????? ?????? ?????????? ?????????? ?????????? ? ?????????? ?????????????????? ?????????????????? [6]. ?????????? ?????????? ?????? ?????? ?????? ?? ?????? ? ?????????? ?????????? ??????, ?? ? ? ?????????? ?????????????? ?????????????? ??? [7]. ?? ?????????????? ? ?????????????? ?????? ?????? ?????????? ?????????????? ?????? ?????? ? ?? ?????? ? ?? ?????????????????? ??????????????, ?? ?????????? ? ?????????? ?????????????? CO₂ ? ?????????????? ? ?????????? ?????????????????????? ??????????. ?????????? CO₂ ?????????????? ?????? ?????????? ?????????, ?????? ?? ?????????????????????????? ? ??????????????????, ? ?????? ?????????????? ?????????????? ?????????? ?????????? RuBP ? ?????????? ?????? [8]. ? ?????????? ?????????? ?????? ?????? ?????????????? ?????????????? ?????????????? ?????????? ??????????????, ?? ?????????? ?????????????? ?????????????????????? ?????????? ? ?????? ?????????? ?????????????? [9]. ?????????????? ?????????????? ?????????????? ?????????? ?? ?????? ?????? ?????????????????? ?????????????????? ?????? ??????????, ?? ?????????? ?????????????????? ?????????????????? ?????????? ? ?????????? ?????????? ?????????? [10,11]. ?????? ?? ? ?????????????? ?????????????????????? ?????????? ?? ?????? ?????? ?????????????? ?????????????, ?????? ?? ?????????????? ?????????? (ABA) ? ?????? ?????? (NO). NO ?????????? ? ABA-????????? ?????????? ??????, ?????????? ?????????????????? ?????????? ? ?????????? ?????????????????? ?????????? [12]. ?? ?????????????? ?????????? ?????????? ?????????? ?????????????? ?????? ?????? ?????????????????? ?????????????? ? ?????? ???, ?????????????? ?????????? ?????????????????? ?????????? ??????. ?????? ??????, ? ?????????? ?????????????? ?? ?????? ?????????????????????? ?????????? ?????????? ??? ?????? ?????????? ?????????? ?????????? ? ?????????????? ??????, ?????????????? ?????????????, ?????????????????? ?????????????????? ???.

????????? ?? ?????????????? ?????????????????? ?? ?????? ?????????????? ??????, ?? ? ?? ??????????. ?????????????????? ?????????? ?????? ?????? ?????????? ? ?????? ?????????, ?????????????? ? ?????????????? ?????????????? ?????????????? ?????????? [13]. ?????? ?????????? ?????????????? ?????????????? ?? ?????????????????? ? ?????????????????? ?????????????? ?????????????? ? ?????????????? ??????????. ?? ?????????????? (*Quercus robur* L.), ?????? ?????????? (*Betula pendula* Roth.) ? ?????? ?????????? (*B. pubescens* Ehrh.) — ?????????? ?????????????????? ?????? ?????????????? ?????? ??????, ?????? ?? ?????????????????????? ? ?????????? ?????????????????? [14]. ?? ?????????????????? ?????????? ?????????????????????? ? ?????? ?????????????????? ? ?????????? ?????????? [15], ? ?????? ?????????????? ?????????????? ?????????????????????? ? ?????? ?????????? ??????????????????, ?? ?????????? ?????????????????? ? ?????????????? ?????????? ?????? [16].

????????????????? ?????????????? ?????? ?????????????????? ?????????????????? ?? ?????????????????? ? ?????????????? ? ??? ?????? [17]. ? ?????????????????? ?????????????????? ?????? ??? *Quercus* ?????????, ?? ?? ?????????????? ?????????? ?????????????? ?????????? ?????? ? ?????? ? ?????????? ?????????????????? ?????????????????? ?? ?????????????? ?????????? ?????? [18], ?? ?????????? ?? ?????????????? ?????????????????? ?????? ?????? ? ?????????? ??????????. ?? ?????? ?????????????????? ?????????????????????? ?????????? ?????????????????????? ?????????????? ?????????????????????? ?????? ?????????????? ?? ?????? ?????????????? ?????? ?????????????? ?????? ?????????????? F2 ?????????? ?????? ?????????? ?????????????? ?????????? (?????), ?????????????????? ? ??? ?????????????????? ?????? ? ?????? ?? ??????????????????, ?????? ??????????. ?????????????????? ?????????????????? ?????????????? ??????????????, ?????????????????? ? ?????????????????? ?????????????????? ?????? ? ?????????? ?????????? ? ?????????? ?????????????????????? ?????? ?????????????????? ?????? ?????????????????? ?????????????? ?????????????? ?????????? ?????????? ?????????? ? ?????????????? ?????????? ?????????? ?????????? ? ??????????????

?? ?????????????????, ?? ?????????????????????? ?????????????? ?????????????? ? ?????? ?????? ?????????? F2 ?????????? ?????? ?????????? ?????????????????? ?????????? (?????), ?????????????????? ? ??? ?????????????????? ?????? ? ?????? ?? ??????????????????, ?????? ??????????. ?????????????????? ?????????????????? ?????????????? ??????????????, ?????????????????? ? ?????????????????? ?????????????????? ?????? ? ?????????? ?????????? ? ?????????? ?????????????????????? ?????? ?????????????????? ?????? ?????????????????? ?????????????? ?????????????? ?????????? ?????????? ?????????? ? ?????????????? ?????????? ?????????? ?????????? ? ??????????????

????? ?????????????????? ?????????? ?????? ?????????????????????? ?????????????? ?????????? ?????????????? ?????? ??? ?????????????? ? ?????????? ?????? ??? ?????? (?. ?????????? ? ?. ??????????) ? ?????????????? ?????? ?. ?????????? ? ?????? ?? ?????? ?????????? ?????????????? ?????????????? ? ?????????? ?????? ? ?????????????????????? ?????????? ?????????????????? ?????????.

???????? ? ?????????? ??????????????

? ??? ?????????????? ?? ?????? ?????????????????? ?????????? ??? ? ?????? ? ?????? ?????????????? ?????????? ?? ?????????????? ?????????? 4 ?????????? ??? ?????????????? (*Quercus robur* L.), 4 ?????????? ?????: ?????????? ?????? ?????????? (*Betula pubescens* Ehrh.) ? ?. ?????????? *B. tula pendula* Rot.) ? ?????? ?????????????? ?????? ?. ?????????? F14GS8b. ?? ?????????????????????? ?????????? ?????????????????? (????????????). ? ?????????????? ?????????????? ?????????, ?????????? ? ?????????? ?????????? ?????? ? ?????????????????? ?????????????????? ?????????? ? ?????????? ?????????????????? ?????????? 2024 ???.

????????????? ?????????? ??? ??? ?????????? ?? ??????, ?????????? ? 2022 ??? ? ?????????? F1 ?????????? ?????????? ?????????? ?????? ?????? ?????????????? ?????????? (????????????????: ?????????????? ?????????, ?????????????? ?????? ?????????????????? ??????—????????????????? ?????????? (51°42'47" ? ., 38°57'08" ? .) ?????????? ?????????? ?????????, ?????????? ? 1976 ??? ?????????? ??????, ?????????????????? ?? ?????? ?????????? ?????????? ?????????????????????? ? ?????????????????? ?????? ??? ? ?????? ????. ?????????????? ?????????? ?????????????? ?????????????????? ?????????? ? ?????, ?????? ?????????????? ?????????? ?????????????? 49 ??, ?????????????? ?????????? ?? ?????????? - 5 ??

5 ?????.

????????? ?????? ?????? ?????????? ?????????? ?????????? *B. pendula* ? *B. pubescens*, ? ????? ?????????? ?????? *B. pubescens* F14GS8b, ?????????? ? ?????????? ?????? ?????????????? ??? ???. ?????????? ?????????, ?????????? ?????? ?????? ?????????????? ?????????? ?????, ?????????? ??? ?? ? ????? ?? ?????????? ?????????????? ? ?????????????? ?????????? ?????? 2024 ?. ?????? ?????? ? ?????????? ?????????? ?????????????? ?????????, ?????????????? ?? ?????????????? ? ?????????????????? ??????????????????. ??? ?????????? ?????????????? ? ??????????????, ? ?????? ?????????? ? ?????????????????? ?????????, ?? ?????????? ?????? ?????????? ?????? ?????? ?????????????? ?? ??????. ?????? ??? ?????????? ?????????? ? ?????????? ??????? 4 ? ? ?????? 22 ??. ?????????????? ?????????? ?????? ??? ?????????? ? 2-? ?????????? ?????????? ??????? 17 ??. ????????? - ?????????? ?????? VELTORF (????????????? – ??? «????????», ?????????? ?????????).

????????????? ??????? ?? ?????? ?????????? ? ?????????????? ?????????????? ? ?????????????????? ?????????????? ??????? ? ??????? 7 ??????. ?????????????? ??????? ?. ?????????? ? ?????? ?????????????? ?????????????? ?????????????? ?? ??????? 1. ?????????? ??????? ? ??????? ?????????????? ?? 22% (1.08) ?? 100 % (28.08) 31 ?, ? ?????????? - ?? 22% (17.09) ?? 100% (1.09). ??????? ?????????????? ??????? ?????? ? ??? ???? ?????????? +29°, ?????? +19°, ?????????? ??????? - 57%; ? ?????????? +27° / +17°, 58%; ? ?????????? +25° / +14°, 41%. ?????????? ?????? ? ?????????????? ?????????????????? ?????? ?????????? ?????? ?????????? ? ??? ???? ??????????.

1 – ??? – ????? 30–40 % ? ?????? ?????????????? ??????????;

2 – ?????????? – ?????????????? ?????? 70 %.

??? ?????????????? ?????????????? ?????????? ?????????????? ?????? ?? ?????? ??????????????. ?????? ?????????? ? ?????????? ? ?????????? ?????????? 3-4 ?? ? ??????? 10-20 ?? (?? ?????? ?????? ?? ??????????????), ?????? ?????? ?????????????? ??????, ?????????????? ?????????????????? ??????.

????????????? ?????????? ?????????????????? ??????? ?????? ?? ?????????????? ?????????? (????????????? ?? 105°). ?????????? ??????, ?????????? ?? ?????? ??????????????, ?? ?????? ?? 1-2 ?? ??? ?????????? ????. ?????????? ??????? ? ??? (????????? ?? 5-7 ?? ??? ?????????? ?????? ??????), ?????????? ? ?????????????? ?? ??????? ??????????. ?????? ?????????? ?? ???, ?????????????? ??????? ? ??????? ?? ?????????????????? ??????. ??? ?????? ??? ?????????? ???????, ?????????? ?????????????? ?? ?????????????? ?????? ? ?? 1-2 ? ?????????? ? ?????????????????? ??? ?????? ? ?????? ??????????. ??? ?????????? ?????????? ?? ?????????????? ?????? ?????????? ? ??????, ?????????????? ??????. ?????? ?????? ?????????????????? ?????????? ?? ?????????? ??????: ?????????????? ?????????? ??????????-????? ?????, ?????? ? ???????, ?????? ?????????????????? ??? ?????????? ?????? ??????, ?????????????? ??? ?????????? ?????????? ? ?????? ?????????? ?????? ??????.

???????? 1 – ?????????? ?????????? ? ?????? ?????????????? ? ?. ?????????? ? ?????? ??????????????
?????????????????

Figure 1 – Average monthly temperature in Voronezh during the experiment

?????????: <https://www.timeanddate.com/weather/russia/voronezh/historic?month=9&year=2025> Weather in ?????????? 2025 in Voronezh, Russia

?? ?????????? ?????? ?????? ?????????? ? ??????, ?????????????? ??????, ? ?????? ?????????? ?????????? ? ?????? ?????????????? ?????? ?????? ?????????????????? ?????????????? ?????, ?????????????????? ??????? ??????????. ?????????????? ?????????????????? ??? ???? ?????????????? ? ?????????? ?? ?????????????? ?????? ??????.

????? ?????????????? ?????????? ? ?????? – 151 ??. ?? ??? : ??? ???? ?????????????? 45 ??. – ?????????????? ?????????, 50 ??. – ??????; ?????? ?????????? ?? 28 ??. ?????????? ? ??? ???? ??????????????????.

??? ?????????? ?????????????? ?????????? ??????????????????, ?????????? ??????????????????, ?? ?????????? ?? ?????????? ?????? ?????????????? ?????????? ?????????? ??? ??? ? ??????. ?????????????? ?????????????? ?????????????? ?????????????? ? ?????????? ??????????????, ?????????????? ?????? ? ?????????? ?? ?????????? ?????????? ??? ?? ?????? ?????????????? ?????????? ? ?????????? ?????????????? ?????????? ?????????????? ?????????? CI-340 (CID Bioscience, ???).

????????????????? ?????????????????? ?????????? 7 ??????. ?????????????????????? ?????????????????? ?????????????? ?? ?????????? ?????????????????? ?????? ?? ?????????? ??? ???? ?????????????? ? ?????? ?? ?????? ?????????????? ?????????? ??????, ?? ?????????????? ?? ?????????, ?????????????? ?? ????????? 2 ? 3.

???????? 2 – ?????? ??? ?????????? ?????????????????? ?????????????? ?????? ?????????? ?????? ?????????? (????????? 2024 ?.)

Figure 2 – General view of the process of studying the gas exchange of the fluffy birch leaf (September 2024)

?????????: ?????????????? ?????????????? ?????????? Source: author's composition

???????? 3 – ?????? ??? ?????????? ?????????????????? ?????????????? ?????? ?????????? ??? ???? ?????????????? (????????? 2024 ?.)

Figure 3 – General view of the process of studying the gas exchange of the leaf of the European oak tree (September 2024)

?????????: ?????????????? ?????????????? ?????????? Source: author's composition

????????????????? ?????????????????? ??? ???? ?????????? (???) ?????????? ?????????? ?????????? ?????????? ?????????????????? ?????????????? ? ?????????????????? ??????????????????, ? ?????? ?????????????????? ?????????????????? [35,25].

????????????????? ?????????? ?????????????? ?????? ?????????? ? ??????? ?????????? Stadia. ?????????????? ?????????????? ?????? ?????????????????? ?????????????, ?????????????????? ?????????????????? ? ?????????????????? ?????????.

?????????