

????????

????????????? ?????????? ?????????? ?????????????? ?????????? ?????????? ??????, ?? ?????????? ?????????? ? ?????????? ?????? ?????, [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 ?????????? ?????? ?????????? ?????????????? ?????????? (?????), ?????????????????? ? ??? ?????????????????? ?????? ? ?????? ?? ??????????????????, ?????? ??????????. ?????????????????? ?????????????????? ?????????????????? ??????????????, ?????????????????? ? ?????????????????? ?????????????????? ?????? ? ?????????? ?????????? ? ?????????? ?????????????????????? ?????? ?????????????????? ?????? ?????????????????? ?????????????? ?????????????? ?????????? ?????????? ?????????? ? ?????????????? ?????????????????? ? ?????-?????????????.

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

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

? ??? ?????????????? ?? ?????? ?????????????????????? ?????????? ??? ? ?????? ? ?????? ?????????????? ?????????? ?? ?????????????? ?????????? 4 ?????????? ??? ?????????????? (Quercus robur L.), 4 ?????????? ?????: ?????????? ?????? ?????????? (Betula pubescens Ehrh.) ? ?. ?????????? I tula pendulc Rot). ? ?????? ?????????????? ?????? ?. ?????????? F14GS8b. ?? ?????????????????????? ?????????? ?????????????????? (????????????). ? ?????????????? ?????????????? ?????????, ?????????? ? ?????????? ?????????? ?????? ? ?????????????????? ?????????????????? ?????????? ? ?????????? ?????????????????? ?????????? 2024 ???.

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

????????? ?????? ?????? ?????????????? ??????????? ????????? B. pendula ? B. pubescens, ? ????? ?????????????? ?????? B. pubescens F14GS8b, ?????????? ? ?????????????? ?????? ?????????????????? ????. ??????????? ?????????, ??????????? ??????? ?????? ?????????????? ?????????? ?????, ?????????? ??? ???? ? ?????? ??? ??????????? ??????????????? ? ?????????????????? ?????????? ?????? 2024 ?.

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

??? ?????????? ??????????????? ? ??????????????, ? ?????? ?????????????? ? ??????????????????? ?????????, ??? ?????????? ?????? ?????????? ???????

????? ?????????????? ??????????????? ?? ??????. ??????? ??? ? ?????????????? ??????????? ? ?????????????? ??????? 4 ? ? ??????? 22 ?.

????????????????? ?????????? ?????? ??? ? ?????? ? 2-? ?????????? ?????????? ??????? 17 ??. ????????? - ?????????? ?????? VELTORF (????????????????? – ??? «????????». ?????????? ?????????).

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

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

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

Figure 1 – Average monthly temperature in Voronezh during the experiment

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

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

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

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

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

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

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

?????????